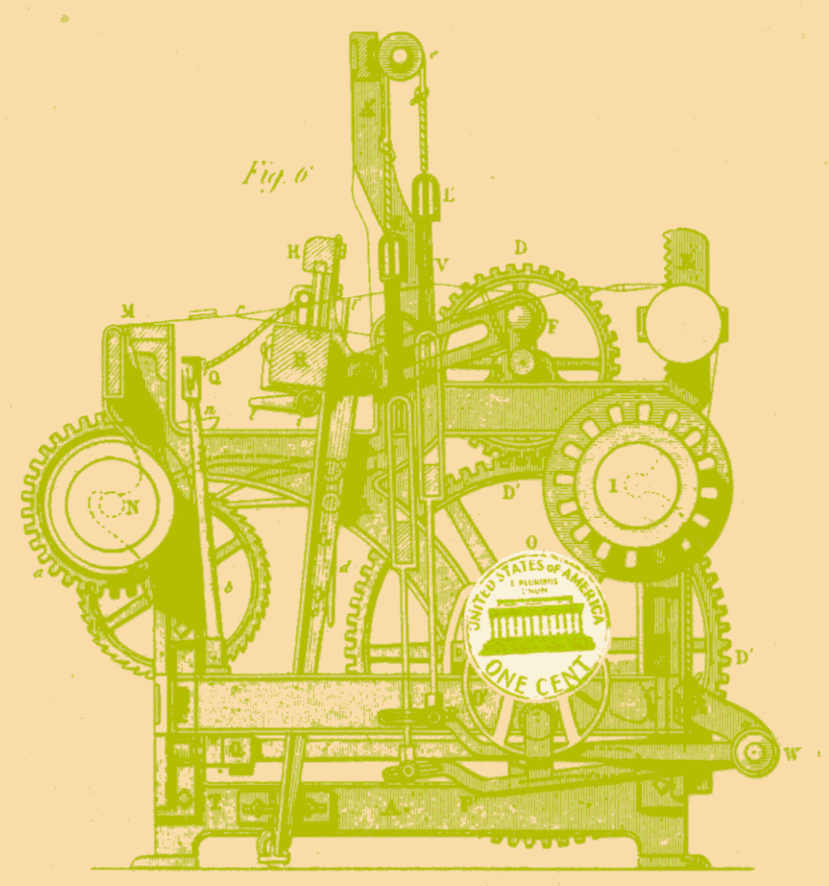
CARLOS MARX

CUADERNO TECNOLOGICO-HISTORICO

Estudio preliminar de
Enrique Dussel



Ediciones especiales de la
Universidad Autónoma de Puebla



CARLOS MARX

CUADERNO TECNOLOGICO-HISTORICO (Londres, 1851)

Uno de los ciento sesenta cuadernos de apuntes que Marx elaborara en sus largos años de estudioso pobre, que al no tener biblioteca se veía obligado a usar los libros en este caso del Museo Británico. Hasta 1982 –como tantos otros– este "Cuaderno" estuvo inédito en los archivos del "Legado Marx-Engels" de Amsterdam. Hoy aparece por primera vez en castellano, y poco después de su primera edición alemana.

Se trata de trabajos de Marx sobre "tecnología". En estos apuntes –de historia de la tecnología– vemos aparecer un aspecto hasta hoy desconocido del pensamiento de Marx: su dedicación a las cuestiones tecnológicas en cuanto tales, en cuanto tecnológicas. En los *Grundise,* en los *Manuscritos de 1861-1863* y en *El Capital* empleará el material recogido en este "Cuaderno". No solo para economistas o filósofos, también para tecnólogos, diseñadores, ingenieros, este "Cuaderno" muestra como Marx asimiló la tecnología de fines del siglo XVIII y comienzo del XIX. El uso *concreto* en sus trabajos posteriores depende, entonces, del estudio *abstracto* que aquí presentamos.

El trabajo preliminar lo realiza Enrique Dussel (1934–), filósofo conocido por sus obras de Filosofía de la Liberación, profesor de ética en el colegio de filosofía de la UNAM (México) y de la UAM-Azcapotzalco; doctor en filosofía en Madrid, en La Sorbone y doctor honoris causa en la universidad de Freiburg. Enrique Dussel Peters (1965–), de la Universidad Libre de Berlin es el traductor del alemán, del texto editado por Hans-Peter Mueller.

CARLOS MARX

CUADERNO TECNOLOGICO-HISTORICO (Extractos de la lectura B 56, Londres 1851)

Estudio Preliminar Enrique Dussel
Traducción Enrique Dussel Peters



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
1984

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

Rector: Lic. Alfonso Vélez Pliego
Secretario General: Dr. Daniel Cazés Menache
Secretario de Rectoría: Lic. José Doger Corte
Jefe del Departamento
de Publicaciones: Jaime Avilés

Primera Edición, 1984

Edificio Carolino
Plaza de la Democracia
72 000, Puebla, Pue.

Hecho en México

ÍNDICE

I LUGAR DEL CUADERNO TECNOLÓGICO-HISTÓRICO *EN LA TOTALIDAD DE LA OBRA DE MARX.*

Desde estudiante Marx se había habituado, como mera técnica de trabajo intelectual —pero perfectamente articulable posteriormente a su vida de exiliado sin biblioteca propia: sea por los traslados, sea por la falta de recursos económicos—, a sacar apuntes, copiar textos, hacer anotaciones en *cuadernillos*, a veces de muy pocas páginas, o verdaderos *cuadernos*, que alcanzan a constituir obras importantes, como los 23 cuadernos de los llamados *Manuscritos de 1861-1863*, con millar y medio de hojas impresas. Uno de esos *cuadernos* de apuntes es el que tiene el número *B 56*, en el Instituto Internacional de Historia Social de Amsterdam, del *Legado Marx-Engels*.

Marx dejó más de ciento ochenta *cuadernos*, del que nos ocupamos, el *B 56*, tenía en la numeración de Marx el número XVII. Se puede saber con certeza que fue escrito en Londres, en septiembre y octubre de 1851. Con letra de Marx, el cuaderno XVI (*B 52*) dice: "Octubre y noviembre. Londres". En el cuaderno XIX (*B 61*) escribía: "Londres, agosto 1852". En carta a Engels del 13 de octubre de 1851[1] indica Marx que en el último tiempo está trabajando en la biblioteca —como todo intelectual pobre— principalmente sobre "tecnología, sobre su historia, y sobre agronomía". En esto concuerdan Adoratskij[2] y Rubel[3].

---

1 *Karl Marx-Friedrich Engels Werke* (*MEW*), Dietz Verlag, Berlin, t. 27, 1977, p. 359. Sobre el archivo donde se encuentra el *Cuaderno B 56* véase Paul Mayer, "Die Geschichte der Socialdemokratischer Parteiarchivs", en *Archiv für Socialgeschichte*, VI/VII (1966-1967), pp. 5-198.

2 *Karl Marx*: *Chronik seines Lebens in Einzeldaten*, ed. V. Adoratskij, Moscú, 1934, p. 113.

3 M. Rubel, *Bibliographie des oeuvres de Karl Marx*, París, 1956, pp. 225 ss. Véase igualmente del mismo autor "Les cahiers de lecture de Karl Marx", en *lnternational Review of Social History*, II (1957), pp. 392 *ss*. Además E. Colman, "Short Communications on the unpublished writings of K. Marx dealing with Mathematics, the natural sciences and technology", en *International Congress of the History of Sciences and technology* (London) (1931), ed. G. Werske, Londres, 1971, pp. 233 *ss*.

1. PRIMERA ETAPA: LA SUBJETIVIDAD COMO CONCIENCIA (1835-1843)

Karl Marx procedía de una familia pequeñoburguesa, de burócratas y rabinos, sin prácticamente ningún contacto con la realidad tecnológica industrial o productiva. En su juventud poco o nada puede encontrarse sobre este tema. Sólo, y lejanamente, unos *Esquemas de la Filosofía de la naturaleza* de Hege1[4], en donde resume la muy mediocre reflexión hegeliana al respecto, y en donde toca cuestiones tales como "la mecánica abstracta en general" —sin ninguna relación concreta con la tecnología, pero sí con conceptos fundamentales, tales como el de "la materia portante, la masa".

Lo que acontece es que el *joven Marx* (1835-1843) es primero un hegeliano, después un antihegeliano baueriano, un crítico político burgués democrático y radical, pero siempre ligado a lo que pudiéramos llamar una "subjetividad pensante", una "conciencia crítica". En el fondo, "la reforma de la conciencia sólo consiste —escribía en septiembre de 1843 en Kreuznach— en hacer que el mundo cobre conciencia de sí mismo… Nuestro lema deberá ser, por tanto, la reforma de la conciencia".[5]

Se podrían rastrear muchos temas anteriores a octubre de 1843, pero en realidad quedaría muy poco. Por ejemplo, escribe:

> Lo mismo que todo determinado modo de vida (*Weise des Lebens*) es el modo de vida (*Lebensweise*) de una determinada naturaleza. Sería absurdo pedir que el león se atuviera a las leyes de la vida del pólipo...[6]

Así encontramos ya los "modos de vida", protoconcepto de los futuros "modos de producción" —donde la tecnología tendrá tanto que ver.

Por el contrario, Engels (nacido el 28 de noviembre de 1820) perteneció a una familia burguesa industrial de la ciudad de Barmen, vecina de la populosa Elberfeld renana. Su abuelo, Jean Caspar Engels, fundó un comercio de hilados. Y su padre, católico ferviente y tradicional, abrió una sucursal de la firma Ermen-Engels en Manchester, Inglaterra, en 1837. No es por ello extraño que en marzo de 1839 el

---

4 Cfr. "Schema dcr Hegclschen Naturphilosophie", en *MEGA*, I, 1/2 (Berlín, 1929), pp. 99-103.

5 Carta a Ruge, *Carlos Marx-Federico Engels. Gace Obras fundamentales*, FCE, México, 1982, t. l. (*OF* I), p. 459.

6 "Los debates de la VI Dieta renana", en *La Gaceta Renana*, n. 139, del 19 de mayo de 1842 (*OF* I, p. 211; *MEW*, I, p. 69).

joven de sólo 19 años, en sus *Cartas del Wuppertal* —que publicó en el *Telegraph tür Deutschland*— escribiera sobre su tierra:

> El encajonado río hace fluir sus purpúreas aguas, ora raudas, ora remansadas, entre humeantes edificios fabriles y talleres de blanqueado cubiertos de polvo de algodón; pero el color rojo intenso no proviene de ninguna sangrienta batalla… ese color de las aguas del río se debe exclusivamente a la abundancia de tintorerías: es el rojo de la alizarina.[7]

Ya en 1838 había ido a Bremen, ciudad hanseática abierta al comercio mundial con Londres y Nueva York, donde vivió con Heinrich Leupol. Siempre fue extremadamente sensible ante los explotados, los pobres, los obreros:

> Los obreros respiran más humo de carbón y polvo que oxígeno, [condiciones] que son adecuadísimas para matar en ellos toda energía y toda alegría de vivir".[8]

Mientras Marx vivía en medios universitarios —a los que Engels se acercó durante algunos meses, mereciendo el desprecio del propio Marx—, Engels se formaba en un medio industrial, técnico. Debido a obligaciones familiares con respecto a la fábrica de la familia en Inglaterra, Engels parte a la isla británica. El 25 de diciembre de 1842 publica ya en el número 259 de la *Gaceta Renana* algunas reflexiones sobre "La situación de la clase obrera en Inglaterra":

> El obrero alemán puede a duras penas alimentarse de papas y pan… El de aquí, en cambio, come todos los días carne de res y obtiene por su dinero un asado bastante más jugoso que el hombre más rico de Alemania.[9]

Con esto quería simbolizar la diferencia entre una Inglaterra industrial y una Alemania casi feudal; sin embargo, bien pronto su optimismo se tornaría en realismo y comenzaría a describir la miseria del trabajador industrial. Todo el año de 1843 fue de grandes experiencias sociales —de mano de una obrera católica irlandesa— y teóricas. De diciembre del 43 a enero del 44 escribe para los *Anales Franco-Alemanes*, que editaba Marx en París, el comienzo de una revolución teórica de consecuencia histórica mundial: *Es-*

---

7 En *OF* II, p. 1; *MEW*, I, p. 413.
8 *Ibid*., p. 3.
9 En *OF* II, p. 129; *MEW*, I, p. 464.

bozo de crítica de la economía política. En este artículo aparecen ya intuiciones esenciales sobre la cuestión de la tecnología y que, leíadas por Marx en París, serán el comienzo de su ruptura teórica, fundada en la ruptura práctica por la articulación con la clase obrera francesa[10].

En primer lugar, "el trabajo [es] el elemento fundamental de la producción", y por ello la "separación (*Trennung*) entre tierra, capital y trabajo constituye en última instancia algo inadmisible".[11] En realidad, "capital y trabajo son originariamente idénticos",[12] es decir, trabajo como actividad, uno, y trabajo acumulado, el otro: ambos trabajo. Separarlos es el comienzo de la ocultación antidialéctica de la ideología de la economía política. En este contexto se plantea por primera vez la cuestión de la tecnología:

> En la lucha del capital y la tierra con el trabajo, los dos primeros le llevan a éste, además, una ventaja especial: el auxilio de la ciencia… Casi todos los inventos mecánicos han debido su origen a la escasez de mano de obra, como ocurre principalmente con las máquinas de hilar el algodón, inventadas por Hargreaves, Cropton y Arkwright.[13]

En una página, Engels da cuenta de los inventos tecnológicos y cita, por primera vez —una obra tan utilizada posteriormente por Marx—, la *Philosophy of Manufactures*, de Andrew Ure (1778-1857), químico y tecnólogo que estudió especialmente el área de Manchester (donde estaba la fábrica de Engels), obra editada en Londres, en 1835, en dos tomos. En esta página ya se descubre que aunque se diga que "la maquinaria favorece al obrero", en realidad "va dirigida en contra del trabajo". También, por primera vez, relaciona la cuestión de la "división del trabajo" con la cuestión de la máquina.

Engels tratará la cuestión frecuentemente hasta escribir, en 1845, *La situación de la clase obrera en Inglaterra*. Cabe destacar, desde un punto de vista estrictamente tecnológico, que en su artículo sobre "La situación de Inglaterra. *El siglo XVIII*", del 4 de septiembre de 1844, publicado en *Vorwaerts*,[14] aporta ya elementos claros en cuanto a la preocupación de la tecnología como tal:

---

10 Véase mi trabajo "Sobre la juventud de Marx", en *Dialéctica* (puebla), 12 (1982), pp. 219-240.

11 *OF*, 11, p. 173; *MEW*, I, p. 512.

12 *Ibid*., p. 171.

13 *Ibid*., p. 183.

14 *OF*, II, p. 215, *MEW*, 1, 459 *ss*.

> En 1763 comenzó el Dr. James Watt, de Greenock, a ocuparse de la construcción de la máquina de vapor, a la que dio cima en 1768. En 1763, mediante la introducción de principios científicos, sentó Josiah Wedgwood las bases para la alfarería inglesa… En 1764 inventó James Hargreaves, en Lancashire, la *spinning-jenny*, una máquina que, movida por un solo obrero, permite a éste hilar dieciseis veces más cantidad de algodón… En 1768, un barbero de Preston, Richard Arkwright, inventó la *spinning-throstle*… En 1776 inventó Samuel Crompton en Bolton, la *spinning-mule*… En 1787 inventó el Dr. Cartwright el telar mecánico… Su consecuencia inmediata fue el nacimiento de la industria inglesa, comenzando por la elaboración industrial del algodón.[15] (y el 7 de septiembre, en su próximo artículo, continúa:) El impulso dado a la industria algodonera no tardó en extenderse a las demás ramas industriales[16].

Fue entonces en 1844, gracias a Engels, que el tema de la tecnología entró en el discurso crítico que nos ocupa. Pero será la obra ya madura del joven de 24 años, *La situación de la clase obrera en lnglaterra*, la que decidirá el tema. Ya en la primera página de la Introducción, escribe:

> Antes de introducirse las máquinas, la materia prima se hilaba y se tejía en la misma casa del trabajador…[17]. Con estos inventos, perfeccionados desde entonces año tras año, se había asegurado el triunfo del trabajo mecánico sobre el trabajo manual[18]. La división del trabajo, el empleo de la fuerza hidráulica y sobre todo de la fuerza de vapor y el mecanismo de la maquinaria son las tres grandes palancas por medio de las cuales la industria saca de quicio al mundo[19]. El tejedor mecánico compite con el tejedor manual y el tejedor manual sin trabajo o mal pagado hace la competencia al que tiene trabajo o gana más, y procura desplazarlo[20]. Cada perfeccionamiento de la maquinaria deja sin pan a muchos obreros[21].

Es interesante anotar que Engels cita en ocho ocasiones a Andrew Ure, quien, reconocido burgués, da al autor los mejores argumentos para su causa en defensa del trabajador[22] .

---

15 *Ibid*., pp. 218-219.

16 *Ibid*., p. 219. Cfr., *lbid*., pp. 220-223. Este sería como el primer tratadito tecnológico-histórico.

17 *Ibid*., p. 285; *MEW*, II, p. 237. Vuelve aquí con una descripción tecnológico-histórica (los "Jennys" de Hargreaves, los inventos de Cartwright, de Watt, etc.)

18 *lbid*., p. 289

19 *lbid*., pp. 299-300.

20 *lbid*., p. 345.

21 *Ibid*., p. 394. Cfr. pp. 445 *ss*., 454 *ss*., etc.

22 Cfr. pp. 384, 395, 400, 423, 426, 467, 468 etc.

Sobre nuestro tema de la tecnología, esta etapa es de *transición*. Es un ir descubriendo su importancia en vista de la reflexión económica, pero, antes aún, desde una nueva visión antropológica. El hombre no es conciencia sino *corporalidad* sensible, esto desde Feuerbach; pero desde Engels y la economía, el hombre es corporalidad *productora*, *trabajante*, necesitante, sufriente, miserable cuando alienada. La subjetividad del *cogito* cartesiano ha sido por primera vez radicalmente superada como subjetividad *carnal* que produce para negar la necesidad de la vida: comer, vestir, habitar... En este contexto se hace presente un primer modo de percibir la tecnología, de manera principalmente negativa.

En los llamados *Cuadernos de París*, fruto de la lectura de los *Esbozos* de Engels y del choque con la experiencia nueva de la clase obrera parisina, *la praxis antecede a la teoría*: Marx habla más bien de la producción que de la tecnología; más del trabajo que de los instrumentos. Escribe:

> (Los obreros) son y deben ser máquinas de trabajo en las que sólo se gastan los medios que son indispensables para mantenerlas en funcionamiento. Poco importa si el número de estas máquinas de trabajo (*Arbeitsmaschinen*) es mayor o menor siempre que el producto neto permapezca constante. Sismondi tiene razón cuando dice que, de acuerdo con Ricardo, si el rey de Inglaterra pudiera obtener el mismo ingreso gracias a máquinas distribuidas por todo el país, podría prescindir del pueblo inglés[23].

En este *Cuaderno*, al menos en varias ocasiones, se ocupó de la tecnología al extractar a los primeros economistas que leía. Así por ejemplo, en su lectura de J. B. Say —que fue su primer estudio en economía—, tiene que distinguir entre: "l) Los útiles, los instrumentos de las diversas artes, 2) Los productos que deben entregarse para la sobrevivencia del hombre industrioso (*industrieux*), 3) La materia bruta"[24]. Lo mismo acontece cuando extracta a Adam Smith, donde relaciona la cuestión de la "división del trabajo" con la función de "acortar y facilitar el trabajo por medio de las máquinas"[25].

---

23 *Cuaderno de París* (trad. Bolívar Echeverría), Era, México, 1974, p. 118; *MEGA*, 1, 3 (Berlín, 1932), pp. 514-515.

24 *MEGA*, 1, 3, p. 439 (sin traducción castellana).

25 *Ibid*., p. 457.

Sin embargo, no llega a tratar el tema en Ricardo, porque su "apunte" termina antes de llegar a la cuestión "XXXI. De la maquinaria"[26]. El criterio absoluto, descrito ya en esta etapa, es el siguiente:

> Mi trabajo sería expresión *vital libre* (*freie Lebtnsaeusserong*), por tanto goce de la *vida* —subraya Marx—. Bajo las condiciones de la propiedad privada es *enajenamiento de la vida*, pues yo trabajo *para vivir* (sobrevivir), para conseguir los (meros) medios de vida. Mi trabajo *no es* vida (*Meine Arbeit ist nicht Leben*)[27].

En los *Manuscritos del 44* la temática es semejante. La máquina y la cuestión tecnológica son tocadas todavía tangencialmente y de manera negativa:

> Del mismo modo que se ve rebajado (el trabajador) en lo espiritual y en lo corporal a la condición de máquina, de hombre queda reducido a una actividad abstracta y a un vientre[28]. El obrero ha sido degradado a la condición de máquina; la máquina puede oponérsele como competidor[29].

Estos temas son siempre tratados en relación a la "división del trabajo", ya que ésta —como destrucción del trabajo total del artesanado— "hace al obrero cada vez más unilateral y más dependiente, pues acarrea consigo la competencia —tema de Engels— no sólo de los hombres, sino también de las máquinas"[30]. Usa ya el concepto de "capital fijo" en relación con las "máquinas instrumentos, útiles de trabajo y cosas semejantes"[31], y también descubre en la tecnología un cierto sentido positivo:

> Se ve cómo la *historia de la industria* y la existencia que se ha hecho objetiva, de la industria, son el libro abierto de las fuerzas humanas esenciales… En la industria material ordinaria… tenemos nosotros, bajo la forma de objetos sensibles, extraños y útiles, bajo la forma de la enajenación, las fuerzas esenciales objetivadas del hombre[32].

---

26 Cfr. David Ricardo, *Principios de economía política y tributación*, FCE, México, 1959, pp. 288 *ss*. Para Ricardo la máquina "ahorra mano de obra". Ricardo adscribe las maquinarias a lo que él llama "capital fijo" (p. 23-24).

27 *Cuaderno de París*, p. 156; *MEGA*, I, 3, p, 546.

28 *Manuscritos de1 44*, Alianza, Madrid, 1968, p. 54; *MEW*, *EB* I, p. 474.

29 *Ibid*., p. 55 (p. 474). Cfr, pp. 158, 176, etc.

30 *Ibid*., Cfr. pp. 57, 173, etc.

31 *lbid*., p. 78.

32 *Ibid*., p.151; *MEW*, *EB* I, pp. 542-543.

Esto sería ya un descubrir la entraña civilizadora de la tecnología —pero siempre en la ambigüedad.

Así las cosas, en septiembre del 44 piensan publicar *La Sagrada Familia* contra sus antiguos compañeros bauerianos. Leamos un corto texto, que no puede ser sino inspirado en Engels:

> En la historia de masa no hubo ciudades fabriles antes de que hubiera fábricas; pero en la Crítica crítica, en la que el Hijo engendra al Padre, como ya ocurría en Hegel, vemos que Manchester, Bolton y Preston son florecientes ciudades fabriles ya antes de que se piense siquiera en las fábricas. En la historia real, la *industria de algodón* fue creada, principalmente, gracias a la "Jenny" de Hargreaves y al "throstle" de Arkwright…[33].

Pensamos que estas frases debían dejar en Marx mal sabor de boca, por su escaso o nulo conocimiento de tecnología, del que Engels hacía aquí alarde.

En *La ideología a/emana*, en cambio, es el mismo Marx quien comienza a tomar la pluma en la cuestión tecnológica con la profundidad que lo caracterizará —como filósofo germano que era—:

> El hombre mismo se diferencia de los animales a partir del modo en que comienza a producir sus medios de vida (*Lebensmittel zu produzieren*)... Al producir sus medios de vida, el hombre produce indirectamente su propia vida material. El modo (*Weise*) como los hombres producen sus medios de vida depende de la naturaleza misma de los medios de vida… Este modo de producción (*Weise der Produktion*)... es ya un determinado modo de objetivar su vida, un determinado *modo de vida* (*Lebensweise*)[34]. De donde se desprende que un determinado modo de producción (*Produktionsweise*) o una determinada fase social lleva siempre aparejado un determinado modo de cooperación o una determinada fase social… La historia de la humanidad debe estudiarse y elaborarse siempre en conexión con la *historia de la industria* y del intercambio[35].

Veremos el sentido de todo esto más adelante, en un tratamiento más sistemático, dialéctico.

---

33 Ed. Grijalvo, México, 1967, p. 77; *MEW*, II, p. 12.

34 Ed. Grijalvo, Barcelona, 1970, p. 19; *MEW*, III, p. 21.

35 *Ibid*., p. 30 (pp. 29-30). Cfr. pp. 62 *ss*. "La aparición en los mercados europeos del oro y la plata de América, el desarrollo gradual de la industria, el rápido auge del conocimiento…" (p. 65), "el paso de la manufactura a la industria" (pp. 62-70), especialmente los "instrumentos de producción", (pp. 75 *ss*.).

Fue en este año de 1845 cuando Marx se ocupó, en Bruselas, por primera vez, *explícitamente*, de la cuestión tecnológica —ayudado por Engels en su viaje de estudio a Inglaterra, también por vez primera—. Se ocupó especialmente de la obra de Charles Babbage (1792-1891), profesor en Cambridge e inventor de la máquina de cálculo, que había racionalizado la "división del trabajo" en su obra *On the Economy of Machinery*, Londres, 1832. También estudió la obra de Andrew Ore, que ya hemos mencionado. Ambos autores, con grandes diferencias, trataban siempre la cuestión tecnológica en relación a la economía, a la situación social y a la ciencia del momento.

Todo esto permitió a Marx tratar la problemática de "La división del trabajo y las máquinas" en la obra escrita en 1847, *La miseria de la filosofía*. La máquina aparecerá siempre ligada a la cuestión de la división del trabajo —como modos de aumento de productividad—. Marx ahora critica en Proudhon su propia posición anterior ante la técnica (así como criticó en Bauer su propio conciencialismo juvenil):

> Las máquinas no constituyen una categoría económica, como tampoco el buey (de Aristóteles) que tira del arado. Las máquinas no son más que una fuerza productiva (*Produktivkraft*). La fábrica moderna, basada en el empleo de la máquina, es una relación social de producción (*gesellschaftliches Produktionsverhaeltnis*), una categoría económica[36].

Marx muestra que no es la división del trabajo quien crea las máquinas. Sino las máquinas modernas las que pulverizan el trabajo artesanal en muchos trabajos especializados, los cuales, por su parte, llevan a la invención de nuevas máquinas. "El trabajo se organiza y se divide de diferentes modos según sean los *instrumentos* (*Werkzeugen*) de que disponga"[37]. Pero no podemos dejar de anotar que Marx distingue ya entre tecnología en general o en sentido abstracto (el buey que tira del arado: categoría tecnológica), y la tecnología como momento de una relación social de producción, como categoría económica (*como capital*, veremos después), en concreto.

Queremos indicar una cuestión que nos interesa como latinoamericanos, y que suena siempre como una campana en los escritos de Marx:

---

[36] Ediciones Signos, B. Aires, 1970, pp. 117; *MEW*, IV, p. 149. Es interesante anotar que Proudhon, al leer el libro de Marx, escribió al margen: "Es un filósofo quien dice esto". Con esto, seguramente, quiso descalificarlo, pero para nosotros, por el contrario, marca ya una cuestión central.

[37] *Ibid*.

Una condición de las más indispensables para la formación de la indus-

tría manufacturera fue la acumulación de capitales, facilitada por el descubrimiento de América y la importación de sus metales preciosos[38].

Por este texto comienza en el *Manifiesto del Partido Comunista* —redactado fundamentalmente en diciembre de 1847— el tratamiento de la cuestión de la tecnología:

El descubrimiento de América… imprimieron un impulso hasta entonces desconocido al comercio, *a la navegación*, *a la industria*… *La gran industria* ha creado el mercado universal, preparado por el descubrimiento de América. El mercado mundial aceleró prodigiosamente el desarrollo del comercio, de la navegación, de todos los medios de producción. Este desarrollo reaccionó a su vez sobre la marcha de la industría [39].

La cuestión tendrá una importancia mayor en la teoría de la dependencia —como veremos más adelante—. Esta visión histórica es complementada con una visión sistemática:

La introducción de las máquinas y la división del trabajo —siempre los dos problemas juntos—, despojando ala labor del obrero de todo carácter individual, le han hecho perder todo atractivo… (pero hay igualmente como una afirmación del poder civilizador de la revolución industrial:) la subyugación de las fuerzas naturales, las máquinas, la aplicación de la química a la industria y a la agricultura, la navegación a vapor, los ferrocarriles, los telégrafos eléctricos, la roturación de continentes enteros, la canalización de los ríos, las poblaciones surgiendo de la tierra como por encanto, ¿qué siglo anterior había sospechado que semejantes fuerzas productivas durmieran en el seno del trabajo social?[40].

Toda la parte I, sobre "Burgueses y proletarios", en realidad, significa ya un indicar la función de la tecnología en el desarrollo del capitalismo. En el corto trabajo sobre *El salario* vuelve sobre el mismo tema, aquello de que "el aumento de la maquinaria y el de la división del trabajo trae consigo el que se produzca incomparablemente más en menos tiempo"[41]. Si a esto le agregamos el tormentoso

38 *Ibid*., p. 120; *MEW*, IV, p. 151. Cita a Babbage poco después (p. 122), en francés: *Traité sur l'économie des machines*, París, 1833 (al año siguiente de su edición inglesa), y después a A. Ure (p. 125).

39 Primera parte (Ed. Claridad, B. Aires, 1967, pp. 28-29; *MEW*, IV, p. 463).

40 *Ibid*., pp. 32-34 (pp. 467-468).

41 Véase K. Marx-F. Engels. *Escritos económicos varios*, Grijalvo, México, 1966. p. 176; *MEW*, VI, p. 535. Aquí Marx cita nuevamente a Babbage y Ure, pero además a Rossi, Atkinson. etc.

año 1848, que termina con su exilio en Londres desde el 24 de agosto de 1849, podemos decir que la etapa de transición de su vida ha

terminado.

3. TERCERA ETAPA: EL CAPITAL COMO SUJETO (1849-1878).

En esta etapa *definitiva*, el exilio de Londres le sirve a Marx para dedicarse por más de dos años a un profundo estudio. Parte de dicha reflexión son unos 18 "Cuadernos" —13 de ellos del solo año 1851—, entre los que se encuentra el *B 56*, *Cuaderno XVII* en la propia numeración de Marx. Los cuadernos I al VIII y el XVI se ocupan de economía política (Estudios de Smith, Ricardo y otros 50 economistas); el IX, XI y XII de maquinarias y sus aplicaciones; el X y XII al XV de agricultura, salario, leyes de población. El 2 de abril de 1851 escribía a Engels, quizá algo cansado de sus trabajos teóricos:

> Ya he llegado a tal punto que en cinco semanas más habré terminado con esa mierda de la economía… y me lanzaré sobre alguna otra ciencia en el Museo (británico)[42].

Hasta ahora había estudiado a los tecnólogos anglosajones. En el *Cuaderno XVII* se ocupa en cambio de tecnólogos (o teóricos de la tecnología) alemanes. Ellos son J. H. M. Poppe (con cinco obras), J. Beckmann (con una obra), y el inglés A. Ure (con una obra).

La tecnología teórica se cultivó en el siglo XVIII en Alemania (*kameralwissenschaftlichen Lehre*) primeramente en Halle, después en Goettingen. Aquí enseñaba J. Beckmann desde 1766 como profesor en filosofía, en las materias matemática, física e historia natural; desde 1804 dictó cátedra en Frankfurt en agronomía, tecnología, etc., siendo a quien se atribuye la creación del concepto de "tecnología". Su alumno en Tübingen fue J. H. M. Poppe[43]. Beckmann adoptó la posición materialista de la Ilustración; distinguió el arte de la tecnología y a ésta de la artesanía. Puede decirse que fundó la primera escuela alemana de tecnología, que Poppe divulgó, y que J. Karmarsch continuó (su obra *Historia de la tecnología hasta la mitad del siglo XVIII —Geschichte der Technologie seit der*

42 *MEW*, t. XXVII, p. 228, carta de Marx a Engels del 2 de abril de 1851.

43 Además de la obra que citaremos, J. Beckmann tiene: *Introducción a la tecnología* (*Anleitung zur Technologie*, Goettingen, 1777); *Esbozo de una tecnología general* (*Entwurf der allgemeinen Technologie*, Goettingen, 1806).

Mitte des 18. Jahrhunderts, München, 1972—, es fuente para nuestro trabajo).

En concreto, Marx trabajó en el *Cuaderno B 56*, entre septiembre y octubre de 1851, las siguientes obras:

a) J. H. Poppe, *La mecánica del siglo XVIII y de los primeros años del siglo XIX*, editado en Pyrmont en 1807, con 141 páginas. Marx le dedica sólo una frase en el manuscrito; un juicio general sin importancia. Poppe se había ocupado desde el primer parágrafo hasta el 19 sobre las teorías de la estática y la dinámica mecánica. Desde el parágrafo 20 al 55 muestra los adelantos de la mecánica práctica. En séptimo lugar en esta edición castellana.

b) J. H. Poppe, *Manual de tecnología general*, editado en Frankfurt en 1809. Marx le dedica tres páginas, pero ahora con mucho más detenimiento. Poppe indica al comienzo de su obra que es un trabajo pedagógico para sus alumnos. Señala el tipo de acción productiva y el instrumento que se usa. El instrumento (*Werkzeuge*) no importa que sea un objeto natural, artesanal, manufacturado o industrial. Se trata de comprender el sentido de la acción y de sus mediaciones. Hay cinco modos fundamentales de acciones técnicas: separar y triturar, disminuir la unidad interna, ligar y unir, consolidar, configurar. Estos tipos fundamentales de acciones técnicas estructuran las cinco partes de su libro. Poppe intenta mostrar la lógica de la *ratio technica* en sus múltiples modos de efectuación. Marx sigue paso a paso su obra. En cuarto lugar en esta edición.

c) J. H. Poppe, *La física especialmente aplicada a las artes*…, Tübingen, 1830. El autor se proponía una "física popular". Marx le dedica seis páginas y media de su manuscrito. No se trata de una física técnica teórica, sino explicaciones físicas experimentales o instrumentales sobre las características de ciertos cuerpos, sustancias en general o algunos en especial. Marx, puede concluirse, deseaba una cierta información dada por un científico pero de nivel introductorio. En tercer lugar en esta edición.

d) J. H. Poppe, *Historia de la matemática desde la antigüedad hasta los tiempos modernos*, editado en Tübingen, en 1828. Poppe escribió otras cuatro obras matemáticas. Como en los casos anteriores se trata de una obra para principiantes. Dividió su obra en dos partes: sobre la historia de la matemática pura (aritmética, geometría, trigonometrías, álgebra y análisis) y aplicada (en temas mecánicos, ópticos, astronómicos). Marx le dedicó sólo una página de su manuscrito. En segundo lugar en esta edición.

e) J. H. Poppe, *Historia de la tecnología*, editada en Goettingen, en tres tomos, desde 1807 a 1811. Marx le dedica veintiseis páginas

Geschichte
der
Künste und Wissenschaften
seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Gesellschaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geschichte der Naturwissenschaften.
IV. Geschichte der Technologie

von
D. Johann Heinrich Moritz Poppe.

Zweyter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1810.

de su *Cuaderno* —más de la mitad del *Cuaderno XVII*—. Se trata, como en los casos anteriores, del estado de los descubrimientos en el siglo XVIII. Marx recorre la obra página por página, en sus tres largos volúmenes (de 505, 622 y 445 páginas respectivamente). Es una historia en sentido abstracto de la tecnología, sin referencia alguna a lo social o económico. Marx tomó de esta obra gran cantidad de información para sus trabajos posteriores. Sin embargo, no quedará conforme con ella —sobre todo por su método—, y por ello en *El Capital* dirá que no existía todavía una historia crítica de la tecnología, "de los órganos productivos del hombre social", tal como Darwin lo había logrado en "la historia de la tecnología natural (*naturlichen Technologie*)"[44]. En primer lugar en esta edición castellana.

f) A. Ure, *Diccionario técnico* (traducción alemana del original inglés), publicado en Praga entre 1843 y 1844, en tres tomos. La edición alemana había sido reelaborada por K. Karmarsch y Fr. Heeren de la inglesa, publicada en Londres en 1839. La obra de los traductores fue importante, ya que introdujeron en la cultura alemana muchos términos ingleses desconocidos en Alemania hasta el momento. Marx le dedicó ocho páginas de su manuscrito, en especial a la máquina a vapor de Watt que necesitaba conocer aún desde el punto de vista puramente técnico. En quinto lugar aquí.

g) J. Beckmann, *Contribuciones a la historia de los inventos*, editado en Goettingen entre 1780 y 1805, en 5 tomos. Es una especie de anuario que Beckmann, el fundador de la escuela de la teoría tecnológica alemana, había publicado para informar sobre inventos. El material es disperso y no sistematizado. La media página que le dedica Marx indica que tal tipo de material hubiera exigido un estudio muy particularizado y especial, que Marx no estaba dispuesto a emprender ya que su interés, al fin, era económico y no propiamente tecnológico. En sexto lugar aquí.

Desde 1852 Marx se lanza al oficio de periodista, para vivir y para comprender su tiempo. Solo en 1857 vuelve al trabajo y ahora se trata de los *Grundrisse* —en medio de penurias económicas, de angustias y de intensas crisis personales.

Es ya hora de tratar una cuestión de fondo, el lugar que ocupa la cuestión de la tecnología en la visión de conjunto de la obra que

44 L. I, cap. 13 (Siglo XXI, México, 1979, t. 1/2, p. 453; *MEW*, XXIII, pp. 392-393).

Marx pensaba escribir, y de la cual *El Capital* es sólo una primera parte[45].

Queremos aquí, sin embargo, indicar los *lugares* donde se encuentra el tema de la producción, medios de producción, tecnología o máquina (gran industria), en las obras de este periodo definitivo de su obra (1857-1867), para en la segunda parte de este estudio tratar la cuestión no ya histórica sino teóricamente.

En efecto, en los *Grundrisse*[46] Marx echa mano de cuestiones tecnológicas en todo momento. Por ejemplo, en el *Capítulo del Dinero*, y hablando del "sujeto material" del dinero, realiza un estudio químico del oro y la plata: "*Aurum* (Au). Densidad: 19,5; punto de fusión: 1200 grados C…"[47]. Pero hay algunos momentos en los que la cuestión de la tecnología es necesaria, es decir, entra en la esencia o estructura fundamental de la cuestión. Estos momentos son: en primer lugar, al exponer el tema de la producción o del trabajo en general, al comienzo mismo y en el primer abordaje abs-

---

45 Cfr. Manfred Mueller, *Auf dem Wege zum "Kapital" (1857-1863)*, Verlag das europ. Buch., Berlín, 1978 (bibl. pp. 152-160), y la obra de Roman Rosdolsky, *Génesis y estructura de El Capital de Marx*, Siglo XXI, México, 1979 (bibl. pp. 17-23).

46 Cfr. *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (borrador), 1857-1858*, Siglo XXI, B. Aires, t. I, II, 1971-1972. México. t. III, 1980; *Grundrisse der Kritik der politischen Oelconomle* (*Rohentwurf*) *1857-1858*, Dietz V., Berlín, 1974. Los tecnólogos que Marx cita en esta época, además de los nombrados, son W. B. Adams, *Roads and Rails and their sequence phisical and moral*, Londres, 1862; Lord Ashley*, Ten Hours Factory Bill-The Speech of Lord Ashley*, Londres, 1844; Ch. Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, Londres, 1832; F. Bacon, *Essays or Councils, Civil and Moral*, Londres, 1597; I. Bellers, *Proposals for Raising a Colledge for all Useful Trades and Husbandry*; E. Boileau, *Réglements sur les Arts et Métiers de Paris*, bajo el cuidado de O. B. Depping, París, 1837; J. R. Courcelle-Seneuil, *Traité théorique et practique des entreprises industrielles, commerciales et agricoles. Ou Manuel des affaires*, París, 1857; W. R. Grove, *On the Correlation of Phisical Forces*; J. F. W. Johnston*, Lectures on Agricultural Chemistry and Geology*, Londres, 1847; H. Kopp, *Entwicklung der Chemie in der Neueren Zeit*, Munich, 1871; J. Liebig, *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Phisiologie*, Brunswick, 1862; Plinio Cayo Segundo el Viejo, *Historiae Naturalis, Libri XXVII, París, 1829*; J. Poppe, *Geschichte der Technologie*, Gotinga, 1807; B. Ramazzini, *De morbis artificum diatriba*, 1717; A. Ure. *The Philosophy of Manufactures: or and Exposition of the Scientific Moral and Commercial Economy of the Factory System of Great Britain*, Londres, 1835; Anónimo, *The Industry of Nations. A survey of Existting State of Arts, Machines and Manufacturers*, Londres, 1855; British Parliamentary Papers, *Reports of the Inspectors of Factories*, Londres, 1844 y *ss.*

47 *Elementos*, I, p. 103; *Grundrisse* (=*Gr.*), p. 91.

tracto de las cuestiones. La tecnología es "*instrumento* de producción" (*Produktionsinstrument*)[48]. En este nivel hay que situar bien el asunto, porque "la economía política no es la tecnología"[49]. Se trata de la intervención de la tecnología en el mero "proceso de trabajo" (*Arbeitsprozess*), en general, en abstracto, en sí; en la producción del valor de uso, como "destreza (del) ejercicio repetido"[50], o como instrumentos objetivos (máquinas).

El segundo momento sistemático donde aparece necesariamente la cuestión de la tecnología es en el "proceso de producción del capital en general", por medio del logro de plustrabajo, plusvalor *relativo*. La tecnología realiza una "productividad creciente (*wachsende Produktivität*)"[51]. "Por ello se dice de la máquina que ahorra trabajo"[52].

El tercer momento es ya "como capital"; transubstanciación total de la tecnología en capital:

> Si bien el capital tan sólo en la maquinaria y otras formas de existencia materiales del capital fijo… se confiere su forma adecuada como valor de usó dentro del proceso de producción, ello en absoluto significa que ese valor de uso —la maquinaria en sí— sea capital, o que su existencia *como maquinaria*, sea idéntica a su existencia *como capital*[53].

En una teoría de la tecnología esta cuestión es fundamental. Es el pasaje de la tecnología en sí, abstracta, como tecnología, a la tecnología en concreto como un momento del capital, "como capital" *(als Kapital*). Pero si se tiene en cuenta que: "La maquinaria se presenta como la forma más adecuada del *capital fixe*, y el capital *fixe* como la forma más adecuada del capital en general"[54], podremos concluir que la cuestión que nos ocupa es esencial en la totalidad del pensamiento de Marx, en la estructura misma de la esencia del capital, en el núcleo mismo fundamental de la producción, como capital *fixe*, o constante, o productivo. El modo de producción capitalista tiene a la tecnología en los momentos centrales de su ser —como veremos más adelante—.

48 *Ibid*., p.6 (p.7).
49 *Ibid*.: "…die politische Oekonomie ist nicht Technologie".
50 *Ibid*., p. 5 (p. 7).
51 *Ibid*., p. 334 (p. 290).
52 *Ibid*., p. 338 (p.292).
53 *Ibid*., II, p. 222 (p. 587).

De igual manera, en los *Manuscritos de 1861-1863*[54] la cuestión de la tecnología entra en los mismos *lugares* del discurso. Es bueno recordar aquí que en estos años Marx había tomado "un curso práctico para obreros con el Prof. Willis"[55]. En la cuestión del *Arbeitsprozess* (proceso de trabajo), porque "así como la consideración del valor de uso es propia de la merceología, de la misma manera la consideración del proceso del trabajo en su realidad es de la *tecnología* (*Technologie*)"[56], la tecnología juega la función de *Arbeitsmittel* (medio de trabajo) o *Produktionsinstruments* (instrumentos de producción)[57]:

> Por medios de trabajo, a diferencia de la materia del trabajo, son comprendidos no sólo los instrumentos de producción, desde el más simple utensilio o recipiente hasta el más desarrollado sistema de máquinas, sino también las condiciones objetivas sin las cuales no puede llevarse a cabo el proceso de trabajo en general, tales como el edificio donde se trabaja o el campo donde se siembra[58].

En segundo lugar entra la tecnología en el problema del plusvalor relativo[59], y de manera especial los cuadernos XIX y parte del XX, que en realidad continúan el tratamiento de la cuestión del plusvalor comenzado en el cuaderno V —donde usa profusamente la obra de J. Poppe, *Historia de la tecnología*, copiando textos de su *Cuaderno XVII* de 1851 (el *B 56* que ahora editamos).

Por último, en *El Capital* la cuestión tecnológica ocupa los mismos lugares, pero ahora de manera más coherente y dialéctica:

a) *La tecnología como instrumento de trabajo en general*, cuestión que se deja ver al inicio mismo del discurso de *El Capital*:

> La fuerza productiva del trabajo está determinada por múltiples circunstancias, entre otras por el nivel medio de destreza (*Geschickes*) del obrero, el estadio de desarrollo en quc se hallan la ciencia y sus apli-

---

54 Cfr. K. Marx, *Capital y tecnología*. (1861-1863), Terra Nova, México, 1980; *MEGA*, II, 3/1 a 6, partes de *Zur Kritik der politischen Oekonomie* (*Manuskript 1861-1863*), Dietz V., Berlín, t. I-VI, 1976-1982.

55 Cfr. Carta de Marx a Engels del 28 de enero de 1863.

56 *MEGA*, II, 3/1, p. 49.

57 *Ibid*.

58 *Ibid*., p. 50.

59 *Ibid*., pp. 292 *ss*. Aquí comienza la traducción castellana de *Capital y tecnología*, con la cita de John Stuart Mill.

caciones tecnológicas, la coordinación social del proceso de producción, la escala y la eficacia de los medios de producción, las condiciones naturales[60].

En su sentido amplio, la tecnología es el momento subjetivo (destreza del obrero) y objetivo (ciencia, conocimientos técnicos e instrumentos materiales: máquinas, etc.). Esta cuestión se trata especialmente siempre como una determinación del *Arbeitsprozess* (proceso de trabajo)[61], para producir el valor de uso, el "sustrato *material* del valor de cambio". En este sentido la tecnología se encuentra como una determinación material esencial, primera.

b) *La tecnología como capital* es tratada en diversos niveles: En primer lugar, la tecnología, en su sentido amplio y es como venimos usando al término, es *capital constante*, es decir, "la parte del capital (*Teil des Kapitals*) que se transforma en medios de producción… materiales auxiliares y medios de trabajo… lo denomino parte constante del capital o, con más concisión, *capital constante*"[62]. Como capital constante, todavía, la tecnología puede tener dos funciones diversas. Como mero instrumento de trabajo tradicional para alcanzar plusvalor absoluto, o, tema en el que siempre Marx se extendió largamente en cuestiones tecnológicas, como maquinaria, industria, gran industria para un aumento cualitativo (y también cuantitativo) de la productividad en el logro del plusvalor *relativo*[63].

En segundo lugar la tecnología, en un nivel más concreto, es un momento esencial del capital productivo, en la segunda fase del ciclo del capital, bajo la fórmula:

$$D - M \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup T}{\diagdown Mp} \ldots P$$

[60] L. I, cap. 1; ed. Siglo XXI, México, 1979, t. I/1, p. 49; *MEW*, XXIII, p.54.

[61] *Ibid*., cap. 5; pp. 215-225 (pp. 192-199). Marx cita (en *MEW*, XXIII) a Babbage pp. 366, 369, 370, 396, 413, 427; a Beckmann en p. 451; a Darwin en p. 361; la obra *The industry of nations*, en pp. 364, 406; a A. Ure en pp. 241, 370, 371, 389, 390, 401, 426, 441-443, 447, 455, 456, 460-461, 576, 577, 581, 585, etc.

[62] *Ibid*., cap. 6; p. 252 (p. 223).

[63] Véase el magnífico capítulo 12-13, t. I/2, pp. 409-613 (pp. 356-530). Estos capítulos corresponden al manuscrito *B 56* que estamos publicando, y a los cuadernos sobre estas cuestiones en los *Grundrisse* y al *Manuscrito de 1861-1863*, que hemos citado más arriba.

El dinero (D) invertido en mercancías (M) para producir nuevas mercancías, compra trabajo vivo (T) y *medios de producción* (Mp), entre los que se encuentran las máquinas, la tecnología. Con dichas mercancías (M) *se produce* (...) nuevos productos (P). Este es el momento esencial del capital productivo y del capital en general.

En tercer lugar la tecnología entra en dicho silogismo como su premisa mayor o punto de partida: el capital constante es ahora *capital fijo*:

> Los medios de producción en que se *fija* una parte del capital productivo se sustraen a la circulación... para incorporarse al proceso de producción por *todo el tiempo* que funcionen[64].

Ni el capital-dinero, ni el capital-mercancía son tan decisivos como el capital-productivo. La tecnología es parte de este último, como el elemento *material* utilizado por el trabajo vivo. Después del trabajo vivo mismo es el momento más importante del capital en cuanto tal.

c) *La tecnología como momento determinante de la "composición orgánica" del capital* entre las diversas ramas de la industria. Ahora abandonamos ya el nivel del capital "en general" y nos situamos en uno aún más concreto. Es decir, no se trata de un análisis de los momentos esenciales del capital *abstracto*, sino del enfrentamiento de diversos capitales *concretos* entre sí. En este caso, "la composición de valor del capital, en cuanto se halla determinada por su *composición técnica (technische)* y es un reflejo de ésta, es lo que nosotros llamamos la composición *orgánica* (*die organische Zusammensetzung*) del capital"[65].

Hay todavía otros niveles más concretos, todos los que incluyen como sus partes lo expuesto hasta ahora, pero dichos estratos dialécticos los trataremos más adelante, ya que entran en el discurso posterior de *El Capital*.

---

[64] *Ibid*., L. II, cap. 8; FCE, México, 1972, t. lI, p. 149; *MEW*, XXIV, p. 168. Véase en especial el capítulo 1 del tomo II.

[65] *Ibid*., L. III, cap. 8; FCE, México, 1972, t. III, p. 153; *MEW*, XXV, p. 155.

II. HACIA UNA TEORÍA GENERAL DE LA TECNOLOGÍA

Deseamos indicar a continuación cuál debiera ser el desarrollo total del discurso que exponga una *teoría general* de la tecnología, desde el método que nos propone Marx. No se trata de una exposición completa, sino, más bien, de indicar lo temas dentro de un proceso dialéctico estrictamente metódico.

1. MÉTODO PARA UNA TEORÍA GENERAL DE LA TECNOLOGÍA.

Aunque esta cuestión ha sido por demás estudiada, deseamos volver una vez más para actualizar algunos momentos metódicos, a fin de utilizarlos en la exposición posterior, que no se propone ser una descripción acabada sino más bien indicativa, como hemos dicho, de los pasos de un discurso metódico dialéctico.

Es sabido que “el método consiste en ascender de lo abstracto a lo concreto”[66]. El método inductivo asciende también (*aufzusteigen* dice Marx) pero de lo concreto hacia lo abstracto. Es decir, de la cosa dada como experiencia, como *factum* hacia una idea, ley o teoría. El método deductivo, por el contrario, desciende, de la idea, ley o teoría hacia la explicación de hechos. Por el contrario a ambos métodos, el método dialéctico, en su primer movimiento, *asciende*, pero a diferencia del inductivo, de lo abstracto a lo concreto (“*vom Abstrakten zum Konkreten*” dice el texto). Y en el segundo momento, contra el método deductivo, *desciende* (no de lo abstracto a lo concreto) sino de lo Concreto a lo concreto explicado:

> Llegado a este punto (el concreto como totalidad), habría que reemprender el viaje de retorno (*rückwärts*), hasta dar de nuevo con la población, pero esta vez no tendría una representación caótica de un conjunto, sino una rica *totalidad* con múltiples determinaciones y re. laciones[67].

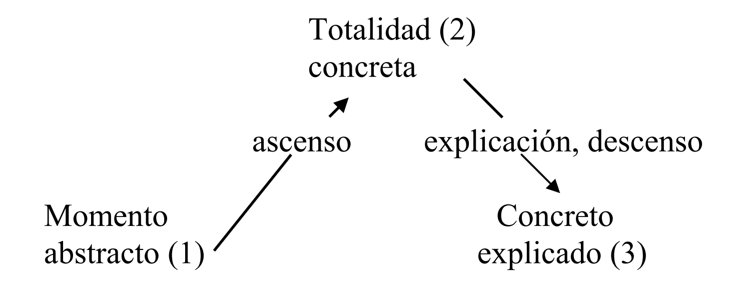
66 *Gr*. I, p. 22 (p. 22).
67 *Ibid*., p. 21 (p. 21).

Y aclara Marx:

> En el primer camino, la representación plena es volatilizada en una deterrninación abstracta; en el segundo, las determinaciones abstractas conducen a la reproducción de lo concreto por el camino del pensamiento[6?].

De esta manera, puede entenderse, que para la dialéctica lo abstracto y lo concreto no tiene el mismo sentido que para otros métodos. Lo concreto es la totalidad que comprende a los entes, los objetos, las cosas; por ejemplo, el capitalismo y el mercado mundial como totalidad. Lo abstracto es los mismos entes, los objetos, las cosas que son "parte" de los todos enunciados, pero que son analizados "*como* todos". En la realidad la "mesa" es parte del "aula universitaria" —la mesa del profesor—. Pero como "mesa" en cuanto tal es abstracta; es abstraída de la totalidad en la que es "parte" y es considerada por la inteligencia representativa en su *esencia* (*Wesen*). La mesa en cuanto tal es abstracta; el aula que determina la forma de la mesa del profesor (y es el aula como totalidad pedagógica la que diferencia dicha mesa de la mesa del carpintero, del carnicero, de operaciones, etc.) es lo concreto.

Se "asciende" entonces de la mesa en cuanto tal (abstracto) al aula como totalidad (concreta), para explicar desde el acto pedagógico y la totalidad del aula la "forma" (esencia) de la mesa *del* profesor (concreto explicado).



El inicio (1) y lo explicado (3) son siempre lo mismo (en el ejemplo, la "mesa"). Pero en el punto de partida (1) es considerado como un todo en sí; en el punto de llegada es explicado en la realidad plena (3), por mediación del pasaje de la totalidad concreta que *funda* ontológica o sistemáticamente a los momentos que son parte (cósicos, ónticos: (1) y (3), respectivamente).

De la misma manera para el tema de la tecnología que nos ocupa:

a. En un primer momento absolutamente abstracto, inicial, primero, podemos analizar a la *tecnología en sí*. El *manuscrito B 56. Cuaderno XVII* de Londres de 1851, sería, exactamente, apuntes al nivel de la mayor abstracción. La tecnología *en sí*, en un nivel tal de abstracción que sería el nivel en el que se sitúa el tecnólogo o el ingeniero, haciendo por ello abstracción de numerosas determinaciones reales (ideológicas, políticas, económicas, etc.) que hacen de la tecnología un objeto *real*. Sería la consideración de la tecnología como una esencia abstracta:

> La producción [léase: la tecnología] *en general* (*im Ailgemeinen*) es una abstracción, pero una abstracción que tiene un sentido, en tanto pone realmente de relieve lo común, lo fija… Lo general o lo común, extraído por comparación, es algo completamente articulado y se despliega en diversas determinaciones… Las determinaciones que valen para la producción [léase: tecnología] en general son precisamente las que deben ser separadas, a fin de que no se olvide la diferencia esencial (*wesentliche*)... Un ejemplo, ninguna producción es posible sin un instrumento de producción, aunque este instrumento sea la mano. Ninguna es posible sin trabajo pasado, acumulado, aunque este trabajo sea solamente la destreza que el ejercicio repetido ha desarrollado y concentrado en la mano del salvaje…[68]

Justamente la prototecnología o la mera técnica es el "instrumento de producción" y la "destreza", que, valga decirlo de paso, entra como determinación *esencial* (momento de su *esencia*) de la producción en cuanto tal, en general, en abstracto.

b. En un segundo momento, la *tecnología es considerada como instromento del trabajo*, como "parte" de un "todo". En la consideración abstracta primera la tecnología en sí es un "todo". Ahora es "parte" del trabajo, de la producción: mediación-para. Es la primera consideración concreta; hemos "ascendido" de lo abstracto (en sí) a lo concreto (el trabajo, la producción). Esta es la manera como Marx estudia a los instrumentos de trabajo en el inicio mismo de su discurso dialéctico de *El Capital* —e igualmente de los *Grnndrisse*, de los *Manuscritos del 61-63* y aún de sus obras de juventud.

Aunque esta consideración es menos tecnológica es más *real*, ya que se descubre el *para-qué* o esencia *real* (la anterior era su esencia abstracta: es decir, no falsa pero por abstraída no real *así*). La tecnología no es un fin en sí, sino un medio-para. Es un momento más filosófico, ya que se descubre la mediatividad de los instrumentos con respecto a sus fines. Aristóteles, Kant, y hasta Heidegger tienen mucho que decirnos en este nivel concreto, primer nivel de concre-

---

68 *Ibid*., p. 5 (p. 7).

ción (segundo nivel metódico). El fin es el ser, pero el ser en general, en abstracto todavía.

c. En un tercer momento, segundo nivel concreto (y con respeco to al cual el momento anterior de la tecnología como mediación es un abstracto), la *tecnología es capital*, capital mismo, un momento esencial, fundamental, del capital en general (es decir, todavía en cuanto capital *en abstracto*).

Este nivel quizá sea el más interesante y en el cual Marx más aportó en sus reflexiones teóricas, ontológicas, filosóficas, económicas (todo al mismo tiempo aunque con diferencias de matices). Considérese este texto, al cual hemos hecho referencia en parte:

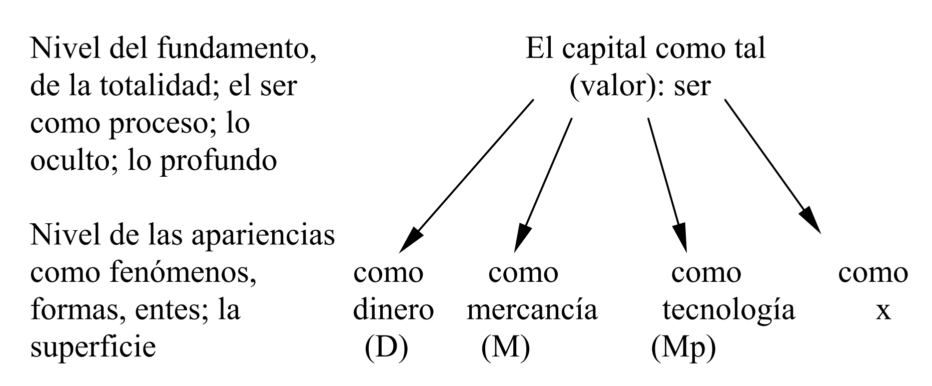
> El dinero *como capital* (*als Kapital*) se diferencia del dinero *como di nero*[69] (dice en una ocasión. De la misma manera), si bien el capital tan sólo en la maquinaria... se confiere su forma adecuada como valor de uso dentro del proceso de producción, ello en absoluto significa que ese valor de uso —la máquina en sí (*an sich*) — sea capital, o que su existencia *como máquina* (*als Maschinerie*) sea idéntica a su existencia *como capital* (*als Kapital*)[70].

Marx había estudiado durante largos años (al menos de 1846 a 1857, de *La miseria de la filosofía* a los *Grundrisse*) la cuestión del dinero contra Proudhon. Había llegado a la conclusión de que el dinero es una de las “formas de aparición” —un *fenómeno* en buena fenomenología, que conocía bien Marx por Hegel— una “determinación” de la esencia, un “concepto” que había que construir dialécticamente —en consideración teórica— *del capital*, pero sólo y en el caso en que entre en el silogismo D-M-D' —que no es aquí el lugar de explicar, pero al que nos referiremos más adelante—. El dinero “debajo del colchón” del avaro medieval es dinero, es *tesoro*, pero *no es* capital. Es capital cuando ha sido *subsumido* en una totalidad concreta que *le cambia de naturaleza*: cuando el dinero (D) es usado en comprar mercancías (M) para producir nuevas mercancías industrialmente y logran con ello más dinero (D'). Es una subsunción (*Subsumtion*)[71] ontológica. Usamos la palabra “ontológica” en sentido preciso —aunque se escandalicen algunos colegas—, marxista, dialéctico. Considérese este texto filosófico explícito y estricto —contra las suposiciones infundadas de Althusser—:

69 *Ibid*., p. 189 (p. 162).
70 *Ibid*., t. II, p. 222 (p. 587).
71 Cfr., p.e., *Ibid*., línea 18 y línea 31 del texto alemán.

> La circulación… sólo existe en la medida en que se la mantiene. Considerada en sí misma en la mediación entre extremos que le están presupuestos… Por ende, no sólo debe medírsele en cada uno de sus momentos, sino como *totalidad* de mediación, como proceso total. Su *ser* (*Sein*) inmediato es, pues, apariencia pura (*reiner Schein*). *Ella es el fenómeno* (*Phänomen*) *de un proceso que transcrurre detrás* (*hinter*) *de ella*... La propia circulación retorna (*zurück*) a la actividad que la produce… Retorna pues a su *fundamento* (*Grund*)[72].

Para Marx, entonces, el capital en cuanto tal, como totalidad, es el *ser*, el *fundamento*, que "aparece" en diversas formas o fenómenos: *como* dinero, *como* capital productivo, *como* capital mercancía; *como* capital circulante… *como* capital fijo… *como* tecnología (en este caso un momento del capital productivo, del constante o del fijo, pero en su "núcleo central" mismo y constitutivo).



Se entiende ahora que la tecnología *como tecnología* se trata en las consideraciones abstractas (en *a*. y *b*.), pero la tecnología *como capital* cambia de naturaleza; es ahora un momento no ya del "proceso de trabajo" que se objetiva en el valor de uso en cuanto tal, sino un momento del "proceso de valorización" del mismo capital. Ha dejado de ser lo que era (una "totalidad" independiente) y ha sido subsumido como "parte" de un nuevo "todo" que le cambia de naturaleza. Como en el caso de un cazador del bosque (independiente, y que busca su alimento) que fungiera como soldado de un ejército invasor en Nicaragua (asumido en un todo que destruye un orden de justicia). El cazador puede usar su arma y el soldado también; pero la naturaleza de su acción es *esencialmente* diferente. La tecnología en cuanto tal, como tecnología, además, ni siquiera es el cazador (todo concreto) sino el arma en cuanto tal, o mejor, los mecanismos de una máquina para disparar plomo a una cierta velocidad (ni "arma" en realidad). La tecnología *en cuanto capital* es

72 *Ibid*., t. I, p. 194 (p. 166).

"el arma *del soldado*" —ahora *arma* y además *de un ejército* invasor,

es decir, en la totalidad inmoral de la injusticia).

c. 1. La tecnología *como capital* puede serlo a niveles diversos de profundidad (cada nivel es abstracto con respecto al concreto que lo funda; el cual concreto es abstracto con respecto al todo que lo explica, por su parte). Es decir, con respecto a *a*. y *b*. nos encontramos en un segundo nivel de concreción (con respecto al cual *b.* es abstracto; y con respecto a *a. 2*, el *a.1* quedará situado igualmente a un nivel abstracto). La tecnología como capital es, en primer lugar, *capital constante*, o un momento o determinación distinta al capital variable, como lo veremos más adelante. Como capital constante la tecnología deviene un momento esencial de la originación del capital como tal (y por ello momento *nuclear* de su *esencia*). Por esto Marx se puso a estudiar la cuestión de la tecnología como tal, en abstracto, en Bruselas en 1845 y en Londres en 1851 (nuestro manuscrito *B 56*), porque el mejoramiento cualitativo de los instrumentos de trabajo producían un aumento cuantitativo de la productividad, es decir, un aumento proporcional del plustrabajo sobre el tiempo necesario, es decir, plusvalor *relativo*.

c. 2. En segundo lugar, en el nivel de la tecnología *como capital*, la tecnología es *capital fijo*, a diferencia del capital circulante; pero aun en este caso el capital circulante tiene momentos tecnológicos —tales como las ingenierías de caminos, ferrocarriles, los camiones, aviones, etc. —. En la fórmula:

$$D - M \left\langle \begin{matrix} T \\ Mp \end{matrix} \right. \ldots P$$

el “Mp” (medio de producción) es en parte el momento fijo del capital, en cuanto no se destruye, sino que permanece posteriormente al proceso productivo (... P).

c. 3. En un tercer nivel, más concreto y comprensivo, y con respecto al cual todos los anteriores niveles son abstractos, la tecnología es un momento de la esencia del *capital productivo* con respecto al capital dinero o mercancía.

En los tres niveles de la tecnología *como capital* (c.) estamos todavía en una consideración del capital industrial *en general*, en abstracto. Todos estos niveles abstractos de *a*. a *c*. se relacionan con respecto a *d*. como abstractos en relación a lo concreto.

d. La tecnología es, además, un momento esencial de la *composición orgánica del capital* en la competencia entre las diversas ramas de la industria. Véase la importancia de la tecnología en esta cuestión:

> La composición de valor del capital, en cuanto se halla determinada por su composición técnica y es un reflejo de ésta es lo que nosotros llamamos la composición orgánica del capital[73]. Hemos puesto, pues, de manifiesto que en distintas ramas industriales, con arreglo a la distinta composición orgánica de los capitales... rigen cuotas desiguales de ganancia...[74].

Es decir, estando la tecnología en mayor proporción en una rama de la producción inclina la balanza en su favor en la competencia, en el aumento de la ganancia —fundada en un aumento de plusvalor relativo en último término—. Pero no como el factor de un plusvalor en *abstracto*, en general, sino del plusvalor en *concreto* de una rama sobre otra rama de la producción.

e. La tecnología es también un factor nuclear en la competencia entre naciones, es decir, en el enfrentamiento de diversas composiciones orgánicas del capital global de naciones del centro y la periferia; es la cuestión de la *dependencia*. Es sabido que Marx, en el plan inicial de sus investigaciones, las dividía en seis partes (capital, renta del campo, salario —primera parte *abstracta*—; estado, comercio exterior y mercado mundial —segunda parte *concreta*), y por ello debía tratar posteriormente la cuestión del capital en el nivel del Estado nacional, y, por último, en el nivel concreto *por excelencia*: el mercado mundial.

En su momento esbozaremos el tratamiento de la cuestión; por ahora queremos sólo indicar que este nivel mundial es más concreto que la sola competencia de ramas de producción *en una nación*. Es más concreto porque la *totalidad* mundial comprende a la nación, desde un punto de vista espacial (en cuanto al capital circulante), y en cuanto a la naturaleza misma del sistema. En cuanto a la "espacialidad" problema nunca tenido —en cuenta en el debate de la cuestión de la dependencia— dice Marx:

> El traslado del producto terminado como mercancía elaborada de un centro independiente de producción a otro geográficamente alejado de aquél, representa el mismo fenómeno (del desplazamiento de *lu-*

73 *El Capital*, III, 8; p. 153; *MEW*, XXV, p. 155.
74 *Ibid*., p. 160 (p. 162).

> *gar* del objeto)[75]. Desde el punto de vista económico la condición *espacial* (*räumliche*)... forma parte del proceso mismo de producción. El producto no está realmente terminado hasta tanto no se encuentre *en* (un lugar) el mercado[76].

Por lo tanto, hablar de "centro" y de "periferia" en su sentido estricto *espacial* dice una relación a la "corporalidad espacial" del capital. El capital determina la espacialidad de los objetos del sistema capitalista, aunque en realidad no interesa el espacio y el tiempo cada uno independientemente, sino la relación entre ambos, dialéctica: la *velocidad* del proceso circulatorio del ciclo, ya que cada retorno del dinero (D) a plusdinero (D') es lo que intenta el capital, y cuanto más rápido se circule mayor ganancia habrá en el mismo tiempo. El *espacio* "central" es donde se ubica, se situa, *donde* está implantado el capital productivo, el capital constante y fijo decisivo, de punta, determinante. El *espacio* "periférico" es el espacio consumidor, en el silogismo M-D-M', donde M' no es "más-mercancía" sino sólo *otra* mercancía para el consumo. El espacio periférico es mercado pero no generador de plusvalor "central"; a lo más plusvalor "periférico", dependiente. No hay explotación sino sobre-explotación (plusvalor relativo y absoluto "periféricos" combinados, *y combinados con el plusvalor relativo y absoluto* "*central*", cuestión que no estudia del todo Mauro Marini).

Y para los eternos dogmáticos que se oponen a la teoría de la dependencia —sabiendo que hay un "dependentismo" extrínseco y unilateral—, valga este texto:

> Del hecho de que el beneficio pueda estar por debajo de la plusvalía, o sea de que el capital (pueda) intercambiarse con beneficio (pero) sin valorizarse en sentido estricto, se desprende que no sólo los capitalistas individuales, sino las naciones (*Nationen*) pueden intercambiar continuamente entre sí, pueden también repetir continuamente el intercambio en una escala siempre creciente, sin que por ello hayan de obtener ganancias parejas. Una puede apropiarse constantemente de una parte del plustrabajo de la otra, por el que nada da a cambio, sólo que en este caso ello no ocurre en la misma medida que entre el capitalista y el obrero[77].

Creemos que es un texto "difícil" para los que se oponen a la teoría de la dependencia. O este otro:

75 *Ibid*., II, cap. 6, p. 133 (p. 151).
76 *Gr*. II, p. 24 (p. 432).
77 *Ibid*., p. 451 (p. 755).

> Un crecimiento general y repentino de las fuerzas productivas (por ejemplo, la entrada de una transnacional en un país subdesarrollado, hoy) *desvalorizaría relativamente* todos los valores existentes, objetivados por el trabajo de un estado inferior de las fuenas productivas, y por consiguiente destruiría (*vernichten*: aniquilaría) capital existente, así como capacidad de trabajo existente[78].

Es decir, y volviendo a nuestra cuestión, la tecnología más desarrollada destruye tecnología menos desarrollada (por ejemplo las artesanías textiles en la India o México en el siglo XIX); destruye capital, trabajo subjetivado y objetivado, riqueza. Esta aniquilación continua produce pobreza *relativa*, subdesarrollo, tecnología dependiente. Es en este nivel concreto, real, mundial, en el cual la tecnología alcanza su mayor grado de objetividad efectiva. La cuestión de la autodeterminación tecnológica toca el núcleo mismo del capitalismo periférico y explica su "eterno" atraso, la importación tecnológica y la falta de invenciones productivas.

f. Por último, dada la situación estructuralmente dependiente y subdesarrollada de la tecnología en el capitalismo periférico, la cuestión de la *liberación tecnológica*, en cuanto la tecnología es capital, es desligar la articulación de la productividad creciente, gracias a la tecnología, de la plusvalía que se obtiene del trabajo vivo. Es decir, que la tecnología no fuera un factor de aumento de plustrabajo, de plusvalor, sino de aumento de satisfactores para las necesidades de las mayorías. Destruida la relación formal de la tecnología con el capital, dejaría de ser un momento del proceso de valorización del capital —para la obtención de plusvalor y ganancia, al final—, y volvería a ser un instrumento de trabajo en el proceso de producción para el hombre. Esto supone, entre nosotros, la liberación nacional de los países periféricos, como condición real y concreta de la liberación de la tecnología para la invención. Los "innovadores" en la Nicaragua actual son un protoproceso que adquirirá proporciones históricas en una América Latina liberada.

Como corolario, la cuestión de *la tecnología y la ética* viene como a recoger todo lo dicho. La relación ética no es sino la articulación adecuada de la tecnología al hombre real, necesitado, y como sujeto del trabajo vivo. Es decir:

> No es éste el lugar para abordar *en detail* el desarrollo de la maquinaria... en aquello en que en el *capita fixe* el *medio de trabajo*, en su

[78] *Ibid*., I, pp. 406-407 (pp. 350-351).

> aspecto material, pierde su forma inmediata y se contrapone materialmente, como capital, al obrero. En la maquinaria, la ciencia se le presenta al obrero como algo ajeno (*fremdes*) y externo (*ausser*), y el trabajo vivo (*lebendige Arbeit*) aparece subsumido bajo el objetivado, que opera de manera autónoma... El proceso entero de producción, empero, no aparece como subsumido bajo la habilidad directa del obrero, sino como aplicación tecnológica de la ciencia. Darle a la producción un carácter científico es, por ende, la tendencia del capital, y se reduce el trabajo a mero momento de ese proceso[79].

La cuestión ética por excelencia es la referencia de toda mediación al sujeto de trabajo, a la excelencia final del trabajo vivo. En la medida que la tecnología se autonomiza y se transforma en fin, que subsume como un momento suyo al trabajo vivo, es inmoral, destructora del hombre, un nuevo fetiche: el tecnologismo, el cientificismo, el positivismo lógico. Hemos de tratar, indicativamente, también la cuestión, que abre la totalidad del sistema a la trascendencia del trabajo vivo, a la exterioridad del sujeto de trabajo que nunca podrá ser subsumido del todo por ningún sistema, menos aún por el capital —aunque lo pretenda con sangre y fuego en El Salvador, hoy en 1983—.

2. LA TECNOLOGÍA EN GENERAL.

Hasta el presente, el único texto de Marx que trata la tecnología *en general*, en abstracto, es el manuscrito *B 56* que ahora publicamos —hay otros, pero inéditos—. Las partes sobre tecnología de los *Grundrisse* o de los *Manuscritos de 1861-1863* —publicados en castellano de la edición italiana—, son ya consideraciones de la tecnología en concreto, en el análisis económico. Aquí en cambio no hay ninguna consideración concreta (política o económica). Marx se mantiene en todo momento en el aprendizaje de la tecnología como tal, como un "todo" (análisis y no consideración holística; en el nivel, entonces, de la *autonomía* de la tecnología).

En este sentido puede decirse que la tecnología es una instancia —en el sentido althusseriano—; una instancia con una *autonomía* propia (aunque, en concreto o realmente, *relativa*). Marx nos lo dice explícitamente:

> La tecnología nos descubre la actividad del hombre ante la naturaleza, el proceso *inmediato* (*unmitellbaren Produktionsprozess*) de producción de la vida[80].

79 *Ibid*., II, p. 221 (pp. 586-587).

80 *El Capital* I, 13; t. I/2, p. 453, nota; *MEW*, XXIII, p. 393, nota.

Es en este sentido, en general, como se puede estudiar la tecnología

“en abstracto (*abstrakt*), *independientemente* (*unabhängig*) de sus fonnas históricas, como un proceso entre el hombre y la naturaleza”[81]. Esto significa que la relación tecnológica hombre-naturaleza tiene un sentido propio fuera de toda consideración concreta en formaciones sociales históricas o en diversas relaciones de producción. Antes que relaciones *sociales* de producción hay ya *producción*, tecnología. Se puede, entonces, caer en dos extremos. O negar el condicionamiento concreto o las determinaciones económicas, políticas o ideológicas que se ejercen sobre la tecnología en su autonomía (sería pensar que la tecnología tiene autonomía *absoluta*: *tecnologismos*, tan frecuentes en universidades tecnológicas, de ingeniería, diseño, etc.); o negar la existencia de una instancia tecnológica autónoma o la existencia de un ámbito técnico en cuanto tal independiente (sería negar la existencia de la tecnología en su *autonomía*: *economicismo* tan frecuente entre marxistas). En este último sentido abstracto, no hay que olvidar que el mismo Marx dice claramente que “la economía política no es la tecnología (*Technologie*)”[82]. Por ello se puede “desarrollar en otro lugar (más adelante, dice Marx) la relación de las determinaciones generales de la producción [léase: tecnología], en un estadio social dado”[83]. Se trataría aquí de describir la esencia, todavía en abstracto, de la tecnología.

En este *Cuaderno XVII* de Londres (1851), Marx trató la cuestión resumiendo dos tipos de obras. Primeramente, gracias a los extractos de dos obras de Poppe —colocadas en segundo y tercer lugar en el manuscrito—, consideraciones teóricas *abstractas* sobre la tecnología. Sea del *Manual de tecnología general* (1809), donde se describen las operaciones técnicas de una manera sistemática y con una intención de mostrar su “lógica” interna; sea *de La física especialmente aplicada a las artes*, *manufacturas y otros oficios* (1830), que se trata de un interesante intento de mostrar la aplicación que de la física se hace en los oficios técnicos. Y valga la aclaración de que la palabra alemana *Kunst*, en el siglo XVIII y en el XIX, significa todavía “arte” o “técnica” —la tecnología no se ha separado todavía claramente de las “bellas artes” y por ello se traduce indiferentemente por “arte” o “técnica” en el texto—. Marx toma sus apuntes concien-

81 *Ibid*., 14; p. 615 (p. 531).
82 *Gr*. I, p. 6 (p. 7).
83 *Ibid*., p. 6 (p. 8).

zudamente, pero pareciera que con algo de reticencia en este primer tipo de obras.

Por el contrario, en la segunda parte del *Cuaderno*, cuando se trata de consideraciones *históricas*, se encuentra como más inspirado y sus notas corren con más entusiasmo. Se trata de los extractos, más concretos (porque históricos), de *La historia de las matemáticas* (1828) y de *La historia de la tecnología* (tres tomos, 1807-1811), ambas de Poppe igualmente; a las que hay que agregar las obras de A. Ure y J. Beckrnann.

Nos encontramos en el siglo XVIII, en el inicio de un tratamiento teórico y autónomo de la tecnología. Es sabido que el empirismo inglés, desde Locke (con su *Essay concerning human understanding*, 1690), del sensualismo pasa al enciclopedismo francés. Un B. D' Alembert en su "Discours Préliminaire" a la *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences*, *des arts et des métiers* (considérese que la indicada *Enciclopedia* es también de las *artes-técnicas* y de oficios) (1751-1772), recuerda que el niño llega a la existencia como una *tabula rasa*, ya partir de los principios materialistas de la burguesía triunfante, el pensar y el ser, el sujeto y el objeto estaban unidos entre sí solo *mecánicamente*: el pensar es sólo la impresión pasiva del ser material objetivo. Este materialismo, que será el del barón de Holbach en su *Le systeme de la nature*, será claramente rechazado por Marx:

> La doctrina materialista olvida en la cuestión del cambio de las condiciones y de la educación, que las condiciones del hombre cambian y que el mismo educador debe ser educado. Por ello debe dividirse la sociedad en dos partes, de la cual una domina sobre la otra[84].

Es decir, el sujeto que es pasivamente "impresionado" por el objeto material, él mismo no es tan pasivo (porque la historia activa de su género lo ha determinado), y, por su parte, el objeto material mismo no es el único determinante (porque dicho objeto mismo ha sido determinado por una historia). Es por ello que Marx reacciona críticamente ante la Ilustración, también en historia de la tecnología:

> Una historia *crítica* de la tecnología demostraría seguramente que ningún invento del siglo XVIII fue obra personal de un individuo. Hasta hoy esta historia no existe (escribe en 1867)[85].

---

84 *Thesen über Feuerbach*, 3 (*MEW*, III, pp. 5-6).

85 Texto citado en *nota 80*, supra.

Marx estudia la tecnología dentro de la tradición de la *Aufklärung* —del cual en Alemania J. Beckmann es su fundador, y Poppe su mejor alumno—, y aunque aprende mucho de ellos no dejará de tener siempre una distancia "crítica". En realidad, lee entre líneas, oblicuamente, con *otra intención* que la puramente tecnológica. El materialismo *mecanicista* nunca será aceptado por la inteligencia dialéctica, orgánica, con sentido histórico, vitalista, de Marx.

No es aquí el lugar para entrar a estudiar, parte por parte, la tecnología del siglo XVIII y el interés de Marx por algunos de sus momentos. Sólo queremos, a manera de ejemplo, proponer un cuadro —que nos trae Hans Peters Müller[86]— del uso posterior que Marx hará de sus notas de 1851, en el libro I de *El Capital*:

ALGUNAS CUESTIONES TOMADAS DEL "CUADERNO TECNOLÓGICO-HISTÓRICO" EN *EL CAPITAL*

Página original del manuscrito	Temática	En *El Capital* (MEW, t. 23)
12/2	Girar la manivela del molino y molinos de mano movidos por esclavos	Pág. 395, nota 92
12/3	Tradición del molino hidráulico del imperio romano	Pág. 368
13/1	Tracción y percusión de los molinos ruedas volantes y teoría de dichas ruedas de Faulhaber y de De Cous; desarrollo de elementos científicos y técnicos de la gran industria dentro de la manufactura	Pág. 397, nota 97
13/2	Limitación local de la fuerza hidráulica	Pág.397
15/3	*Scribbing-mill* de Arkwright y consecuencias sociales	Pág. 452
15/4	Inventos de un tomo para hilar doble en Alemania	Pág. 394
16/1	Máquina de telar como sistema mecánico homogéneo	Pág. 393-394
16/2	La esquiladora de Everst y sus consecuencias sociales	Pág. 452

[86] *Op. cit.*, p. XCII *ss*.

17/3	Reglamentación gremial sobre producción de seda en Francia	Pág. 374
19/1	Molino de seda	Pág. 451- 452, nota 194
19/2	Productores de agujas de Nuremberg	Pág. 358
24/3	Molinos de papel	Pág. 368
25/2	Alemanes agremiados y manufacturas de papel en Holanda	Pág. 402
26/4	Manufacturas de carruajes	Pág. 356
27/2	Atraso de la tecnología del bocarteado francés en el siglo XVI	Pág. 368, nota 42

(Estos ejemplos son sólo de la *Historia de la tecnología* de J. M. Poppe, pero hay muchos más del *Cuaderno* en general).

Cabe recordarse que, en el nivel de la tecnología como tal, en abstracto, Marx no tiene la pretensión de enseñar nada nuevo; tampoco en el plano de la enseñanza de la tecnología como tal —en Francia había la "Écoles des arts et métiers", y en Alemania desde 1705 Hecker-Semler había fundado las *Realschule*, y tantas otras—. Marx aportará todo su genio, en cambio, en sus estudios a niveles más concretos. Por ello, no podrá aceptar "el error del materialismo abstracto científico natural (*abstrakt naturwissenschaftlichen Materialismus*)" que consiste en "hacer caso omiso del proceso histórico, (y esto) se pone de manifiesto en las *representaciones abstractas* e ideológicas de sus corifeos tan pronto como se aventuran *fuera* de su especialidad"[87]. El cientificismo o tecnologismo abstracto (de muchos "materialismos *dialécticos*" u "ontologías materialistas *ortodoxas*" y dogmáticas, pero aún más de los positivistas anglosajones) es aquel que pretende *real* el nivel de lo abstracto como abstracto. Lo abstracto es real como momento de lo concreto, pero si se lo intenta hacer pasar por *real* en su abstracción, se cae en esas aventuras de las "representaciones abstractas e ideológicas". El materialismo naturalista, entonces, es la ideología que confunde lo abstracto con lo concreto; siendo especialista de los momentos abstractos, cuando se aventura "fuera" (*hinauswagen* escribe Marx en el texto citado) del ámbito que conoce como técnico comete los errores más infantiles —error que cometen entre nosotros frecuentemente los filósofos denominados "analíticos", positivistas en realidad, cuando no cientificistas, que pretenden muchas veces dar cuenta

[87] *El Capital* I, 14, nota 89; t. I/2, p. 453 (p. 393).

de la realidad siendo que sólo se encuentran describiendo y "maniobrando" con entes de razón—.

3. LA TECNOLOGÍA COMO INSTRUMENTO DEL TRABAJO.

Esta consideración es más concreta que la anterior, ya que se situa a la tecnología como una "parte" en un "todo". La tecnología como instrumento o mediación de la producción o el trabajo se define en función de la acción productiva o poiética. Es por ello que la tecnología aparece en las primeras descripciones sobre el trabajo en *El Capital*:

> La fuerza productiva del trabajo está determinada por múltiples circunstancias, entre otras por el nivel medio de destreza del obrero, el estadio de desarrollo en que se hallan la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas...[88]

La tecnología es un "medio de producción" (*Produktionsmittell*)[89], es decir, la producción como el *todo concreto*— determina la esencia de la tecnología. Esta sirve-*para*:

> El *medio de trabajo* es una cosa o conjunto de cosas que el trabajador interpone entre él y el objeto de trabajo y que le sirve como *vehículo* de su acción sobre dicho objeto. El trabajador se vale de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las cosas para hacerlas operar, conforme al objetivo que se ha fijado, como medios de acción sobre otras cosas[90].

Y continuando la descripción explica:

> El objeto del cual el trabajador se apodera directamente... no es objeto de trabajo, sino medio de trabajo. De esta suerte lo natural mismo se convierte en *órgano* de su actividad, en órgano que el obrero añade a sus propios órganos corporales[91].

Tecnología por ello es, tanto la destreza del trabajador como los medios materiales de producción, ciencia aplicada en el proceso mismo del trabajo, "órganos productivos del hombre social"[92].

---

88 *Ibid*., 1, 1; I/1, p. 49; *MEW*, XXIII, p. 54.
89 *Ibid*.
90 *Ibid*., 1, 5; p. 217 (p.194).
91 *Ibid*.
92 *Ibid*., I, 13; I/2, p. 453 (p. 393).

A fin de comprender la cuestión en profundidad realizaremos una diferenciación de dos aspectos que frecuentemente quedan confundidos:

a. *La intención pragmática*. Si tomáramos en cuenta la distinción que en el plano del conocimiento propuso Edmund Husserl[93], es decir la posición constituyente del sujeto (noesis) y el aspecto constituido en el objeto (noema), podemos igualmente describir la primera posición del hombre, anterior aún a la meramente cognoscente o teórica, del sujeto como *necesitante* (como sujeto de necesidad: *pragmasis*).

El hombre, por ser una realidad *con vida*, consume su energía, gasta su vida en su propio proceso cotidiano. La *necesidad* —de la que Marx nos habla desde los *Manuscritos del 44* en adelante— es una negatividad, una falta-de, hambre, desnudez, intemperie. La necesidad es el "fundamento tendencial ideal interno (*Idealen innerlich treibenden Gmnd*)" del objeto satisfactor y de su consumo[94]. La necesidad es "fundamento" —en la *Lógica* de Hegel es el ser, la identidad originaria—, pero de tipo desiderativo, afectivo, tendencial, que se lanza *hacia* (como el "apetito" por comer). Fundamento tendencial interno, anterior al objeto exterior. E ideal, es decir, del cual se tiene conocimiento previo (conciencia-de), imagen. De esta manera la necesidad es en el hombre una cierta "apertura" al mundo. Porque tengo deseo o necesidad de comer todos los objetos del mundo se transforman en alimentos posibles. El sujeto *constituye* a todos los objetos como posibles de satisfacer el hambre.

La apertura necesitante subjetiva la denominaremos *pragmasis*. La intención misma constituyente de los objetos que son constituidos como alimentos posibles la denominamos *intención pragmática*. El objeto constituido desde la intención pragmática o como útil, y en aquel aspecto producido en relación a la *pragmasis*, lo llamamos en griego: *pragmata*. La *pragmata* es lo útil en tanto útil: la utilidad de lo útil: "La utilidad (*Nützlichkeit*) de una cosa hace de ella (un bien que tiene así) un valor de uso"[95].

La *utilidad* o el carácter de la cosa como satisfactor de una necesidad es la objetividad que dice relación a una subjetividad que goza

---

93 Edmund Husserl, en su obra *Ideen zu einer reinen Phoenomenologie* (aparecido en el *Jahrbuch fuer Philosophie*, Halle, 1913), propone la distinción entre *noesis* y *noema* (Sec. III, cap. 3), de donde nos inspiramos aquí.

94 *Gr*. I, p. 12 (p. 13).

95 *El Capital* I, 1; I/1, p. 44 (p. 50).

o disfruta. La subjetividad no es primera y esencialmente *ego cogito* (pensamiento); sino *ego desiro* (amo, deseo, gozo). El sujeto de necesidad o carnalidad material viviente, necesita "objetos de disfrute (*Gegenstand des Genusses*)"[96] o "cosa (que) satisface la necesidad humana"[97]. La utilidad de la cosa dice relación a la negación de la negación, a la negación de la necesidad por el consumo, negación, aniquilación, incorporación de la utilidad del objeto.

Por ello se constituye un círculo: necesidad-objeto satisfactor o útil-consumo o satisfacción. *La negación* (la necesidad como falta-de, como no-haber comido: hambre) *es negada por el satisfactor* (el comer niega el hambre) *quien se niega* (es destruido en la ingestión del alimento) *en la afirmación del sujeto* (consumo como alimentación o saciedad, goce, disfrute).

Esto supone, por parte de Marx, realizar una verdadera revolución antropológica —no humanista como en los casos que critica Althusser, pero oponiéndose a la simplificación althusseriana—, en la que el hombre es definido como carnalidad, corporalidad viviente, y por ello material, sufriente, necesitante, negatividad constante con exigencia de afirmación perentoria. Esta afirmación de la *sensibilidad* —de origen feuerbachiano—, sale ahora del nivel erótico y se sitúa también en el propiamente económico.

Marx da un nombre a la esencia o fundamento de la utilidad: valor de uso, tomado en su sentido más fuerte de John Locke:

> El *worth* (valor) natural de cualquier cosa consiste en su aptitud de satisfacer las necesidades o de servir a la comodidad de la vida humana (escribía en *Some considerations on the consequences or the Lowering of Interest*, 1691, en *Works*, Londres, 1777, t. II, p. 28)[98].

A lo que agrega Marx —y de la mayor importancia para nuestro tema:

> En los escritores ingleses del siglo XVII suele encontrarse aún la palabra *worth* por valor de uso y *value* por valor de cambio, lo cual se ajusta, en un todo, al genio de la lengua que se inclina a expresar en vocablos germánicos la cosa *directa*, y en latinos la *refleja*[99].

Engels agregó en nota a la cuarta edición de *El Capital*:

---

96 *Ibid*., p. 43 (p. 49).
97 *Ibid*.
98 *Ibid*., nota 4; p. 44 (p. 50).
99 *Ibid*.

> La lengua inglesa tiene la ventaja de poseer dos palabras distintas para esos dos diferentes aspectos del trabajo. El trabajo que crea valores de uso y que está determinado cualitativamente se denomina *work*…; el que crea valor, y al que sólo se mide cuantitativamente, es *labour*[100].

El valor de uso (*worth*) es el que directamente se dirige a la subjetividad necesitante como utilidad, como el "contenido *material* (*stofflichen Inhalt*)" de la necesidad[101]. Por ello, "el valor de uso se realiza únicamente en el uso o en el consumo"[102]: de otra manera, el valor de uso vale en el acto concreto de estar revitalizando a la vida, en la *actualitas* de la reproducción de la subjetividad; es el momento en el que "la cosa se subjetiva (*subjektiviert sich die Sache*)"[103]:

> En el consumo el producto abandona (el) movimiento social, se convierte directamente en servidor y objeto de la necesidad individual, a la que satisface en el acto de su disfrute[104].

Así se cierra el círculo pragmático. Desde la miseria y el sufrimiento hasta el goce del comer, ambos, actos que no son intrínsecamente económicos, aunque son la última *base material* de la economía, pero también de la tecnología.

b. La intención productiva o poiética. En una descripción fenomenológica adecuada, como la de Marx, el paso siguiente sería el que a continuación describimos. Si una necesidad no tuviera delante de sí un objeto satisfactor existente, quedaría insatisfecha. Una necesidad no cumplida por falta de un objeto exterior natural promueve la irrupción de una nueva intención constituyente: la intención productora.

El hombre, al no encontrar en su medio el satisfactor, lo produce artificialmente. Surge así el acto propiamente humano, ya que el consumir puede asemejamos a los animales, no así el trabajo creador:

> Concebimos el trabajo bajo una forma en la cual pertenece exclusivamonte al hombre… Al consumarse el proceso de trabajo surge un re-

100 *Ibid*., p. 58, nota 16 (pp. 61-62).
101 *Ibid*., p. 44 (p. 50).
102 *Ibid*.
103 *Gr*. I, p. 9 (p. 11).
104 *Ibid*., p. 9 (p.10).

> sultado que antes del comienzo de aquél ya existía en la imaginación del obrero, o sea idealmente[105].

El trabajo, como "actividad orientada a un fin"[106], se hace necesario; como hemos dicho, cuando la necesidad sigue en vilo, cuando el hambre no encuentra "a la mano" alimento alguno. Entonces el hombre se abre en posición subjetiva productiva, de considerar todo lo que le rodea en el mundo como mediación para fabricar algo: *poiesis* (correlativa a la *pragmasis* y a la *noesis*). Todo es considerado en el mundo, es constituido, desde una *intención productiva* o poiética (que no es ya la intención pragmática). Desde este punto de vista la cosa o el objeto no es ya satisfactor o útil, sino producible. La producibilidad (o productualidad) del objeto posible es lo que llamamos con los griegos *poiémata*. La *poiémata* es el carácter de producido por un trabajo humano que porta un objeto:

> Si ponemos a un lado el valor de uso... únicamente les restará una propiedad: la de ser productos del trabajo (*Arbeitsprodukten*)... Examinemos ahora el residuo de los productos del trabajo. Nada ha quedado de ellos salvo una misma objetividad espectral, una mera gelatina de trabajo humano indiferenciado, esto es, de gasto de fuerza de trabajo humana[107].

La productualidad, o el hecho de que un objeto sea hecho, diferencia claramente la intención productiva o poiética de la pragmática:

> Una cosa puede ser valor de uso y no ser *valor*. Es éste el caso cuando su utilidad para el hombre no ha sido mediada por el trabajo[108].

Es decir, el trabajo no funda el ser de todos los entes (tal el caso de una cosa natural, como el solo la tierra que el hombre no ha producido), sino sólo de los artificiales, los producidos (lo que hemos llamado en otra obra cosas-sentido)[109]. Lo que permite que un objeto inexistente de una necesidad no-cumplida llegue a existir es el proceso del trabajo:

105 *El Capital* 1, 5; p. 216 (p. 193).
106 *Ibid*.
107 *Ibid*., I, 1, p. 47 (p. 52).
108 *Ibid*., p. 50
109 Véase en nuestra *Filosofía de la liberación*, USTA, Bogotá, 1980, pp. 51 *ss*., la cuestión de la "cosa-sentido".

> El proceso de trabajo... es una actividad orientada a un fin, el de la producción de valores de uso, apropiación de lo natural para las necesidades humanas, condición general del metabolismo entre el hombre y la naturaleza, eterna condición natural de la *vida humana* y por tanto independiente de toda forma de esa vida[110].

El proceso del trabajo —desde el paleolítico o el neolítico, entre aztecas o chinos, feudales, capitalistas o socialistas—, en su esencia, tiene momentos constitutivos semejantes, *independientemente* de los modos de producción o formaciones sociales donde se realice. La tecnología es un momento constitutivo del trabajo, del proceso de trabajo:

> Los momentos simples del proceso del trabajo son la actividad orientada a un fin (o sea el trabajo mismo), su objeto y sus medios (*Mittel*)[111].

El trabajo es el momento subjetivo, el momento de la objetivación del sujeto ("en la producción se objetiva a sí misma la persona")[112]. El objeto —no ya como objeto de satisfacción sino como objeto de producción— es el sujeto hecho realidad objetiva. El "medio" es una "cosa (que) satisface la necesidad humana... (pero) a través de un rodeo"[113]. Es decir, el objeto satisfactor de subsistencia (pan) satisface *directamente* la necesidad, el "medio de producción" lo hace *indirectamente*. Se usa "algo" para producir otra cosa. Además, el "medio" productivo tiene relación con el tiempo:

> Ninguna producción es posible sin un instrumento productivo, aunque este instrumento sea sólo la mano. Ninguna es posible sin trabajo pasado, acumulado, aunque este trabajo sea solamente la destreza que el ejercicio repetido ha desarrollado y concentrado en la mano del salvaje[114].

El instrumento, la técnica, la tecnología tiene por ello historia, como el proceso en el tiempo de acumulación de pericia (subjetivamente) y de instrumentos (estructuras de máquinas y otras mediaciones objetivas, externas, materiales).

---

110 *El Capital* 1, 5, p. 223 (p. 198).
111 *Ibid*., p. 216 (p. 193).
112 *Gr*. I, p. 9 (p. 11).
113 *El Capital* I, 1; I/1, p. 43 (p. 49).
114 *Gr*. I, p. 5 (p. 7).

c. *Tecnología y materialismo*. Aunque se pudieran tocar muchos otros aspectos de la tecnología como mediación del trabajo, deseamos abordar uno de cierto importancia teórica (y por ello política) en América Latina. El sentido del materialismo en Marx con respecto a la cuestión tecnológica.

Para Marx "materia" en su sentido primero y fuerte significa "*con lo que*" algo se hace, el recurso con el que se fabrica algo. Se trata de un sentido productivo (tecnológico), antes que antropológico (lo sensible) o cosmológico (la masa del universo):

> Es evidente que la actividad humana hace cambiar la forma (*die Formen*) de la materia natural (*Naturstoffe*) para servirse de e1la[115]. Sin embargo, la mesa sigue siendo madera[116].

Como siempre —como en el caso de *worth* y *work* en relación a *value* y *labour*— la palabra de etimología germana expresa el sentido más primario y fuerte: *Stoff* y no *Materie* (esta última de origen latino).

La relación material por excelencia, el sustrato último y la última instancia del *materialismo* (sea histórico o dialéctico, si existe este último) es este nivel abstracto de la relación hombre-naturaleza inmediata por medio del trabajo. Es por esto que el producto de tal trabajo, el valor de uso o la forma en el objeto, es la determinación concreta que el hombre objetiva en el producto (el zapatero produce un zapato en cuanto tal). La determinación *material* es la objetivación concreta del trabajo concreto. Es por esto que se nos dice:

> Un valor de uso, (lo que porta) un bien, sólo encierra un valor por ser la objetivación o materialización (*materialisiert*) del trabajo abstracto humano[117].

Objetivación o materialización es lo mismo. Es imprimir a una materia la forma humana: transformarla en útil. Es por ello que la economía y el valor de uso se construyen *sobre* este sustrato primario, material, primero, última instancia:

---

115 *ElCapital* I, 1; p.87 (p.85).

116 *Ibid*.

117 *Ibid*., p. 47 (p. 53).

> El valor de uso (... es) el sustrato material (*materielle Substrat*), el portador (*Traeger*) del valor de cambio[118].

La tecnología, momento indirecto pero conformante de la relación hombre-naturaleza, juega así una función de condicionante material de la economía, de la totalidad de la sociedad:

> "La constitución histórica de los órganos productivos del hombre social son la base material (*der materiellen Basis*) de la organización social"[119].

Como veremos más adelante, la tecnología, como trabajo pasado objetivado y como momento del capital (capital constante) se enfrenta al trabajador como una potencia *material* del capital mismo. En el proceso productivo capitalista (como modo de producción) la tecnología en su sentido *material* se manifiesta, es el fenómeno más particular del capital como tal, que no guarda ninguna trascendencia o exterioridad con respecto al capital mismo. No así el trabajo vivo que aunque subsumido como trabajo asalariado posee, en cuanto subjetividad real, una trascendentalidad siempre posible. Esta materialidad de la tecnología es una instancia que debe todavía ser estudiada con el mayor cuidado —en especial en América Latina—, ya que un "materialismo *productivo*" (del que nos habla Marx en la esencia de su discurso científico) no es un "materialismo *cosmológico* o dialéctico" (del que nos habla Engels en alguna de sus obras no científicas, sino de divulgación).

4. LA TECNOLOGÍA "COMO CAPITAL".

Ya hemos tocado el tema en dos ocasiones, pero ahora debemos tratarlo sistemáticamente. En el *Cuaderno XVII* de Londres que estamos estudiando, hay muy pocas referencias a las cuestiones que esbozaremos aquí. Por el contrario, sea en los *Grundrisse*, en los *Manuscritos del 61-63* o en *El Capital*, las referencias a la tecnología son siempre en función concreta, como un momento del capital. Esto indica la originalidad del manuscrito de 1851, pero al mismo tiempo sus limitaciones *abstractas* —pero materialmente necesarias como condición de posibilidad teórica de descubrir la función de la tecnología en el capitalismo—. De hecho Ricardo, en *Princi-*

---

118 *Ibid*., 1, 5, p. 226 (p. 201).

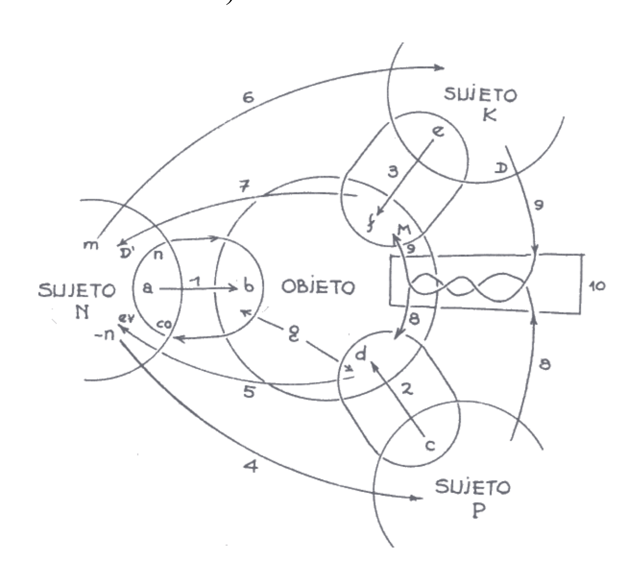
119 *Ibid*., I, 13, nota 88; p. 453 (pp. 392-393).

pios de economía política y tributación, había dedicado el capítu1o XXXI[120] a la cuestión, interpretando el asunto de manera unilateral:

> He creído que la aplicación de maquinaria a cualquier rama de la producción era un bien general, ya que tendría como efecto el ahorrar mano de obra[121].

Es evidente que "la máquina reduce el número de obreros ocupados por un determinado capital"[122], pero las razones no son el ahorrar al hombre tiempo de su vida para ocuparlo en menesteres mas digno, sino, y sólo, para valorizar más el capital. Permítasenos un esquema para resumir lo ya expuesto y adelantar temas que vienen.

SUBSUNCION POR PARTE DEL SUJETO-CAPITAL DEL SUJETO-NECESIDAD Y DEL SUJETO-PRODUCTOR (TECNOLÓGICO)



[120] FCE, México, 1973, pp. 288 *ss*.

[121] *Ibid*., p. 288.

[122] *Manuscritos del 1861-1863*, Ed. castellana, p. 141; en alemán Cuaderno XX, p. 1251. (*MEGA*, II, 3, 6 (1982), p. 2036).

Aclaraciones al esquema
SUBSUNCIÓN POR PARTE DEL SUJETO CAPITAL DEL SUJETO-NECESIDAD Y DEL SUJETO-PRODUCTOR (TECNOLÓGICO)

Sujeto N: Sujeto de necesidad
1. Intención pragmática
a. Pragmasis o apertura necesitante al mundo hacia el satisfactor
b. Pragmata o el objeto como útil, utilidad (valor de uso g): satisfactor
círculo n-b-co: círculo pragmático
co. Consumo, satisfacción, uso

Sujeto P: Sujeto productor o poiético (trabajo vivo)
2. Intención productiva o poiética
c. Poiesis o apertura productiva al mundo
d. Poiémata o productualidad del objeto (el producto como producto), por su contenido valor de uso (g).
4. Requerimientos productivos
—n. Necesidad no cumplida que exige producir el objeto inexistente (satisfactor)
8. Proceso de trabajo o productivo (interviene la *tecnología*)
5. Proceso de uso del objeto producido
4-8-5: Círculo productivo o poiético
ev Evaluación del consumo del producto

Sujeto K: Sujeto del capital
3. Intención económica (capitalista en este caso)
e. Economisis (no existente en griego): actividad ante el mundo en tanto valorizante del capital
f. Económata (neologismo): constitución del objeto en tanto mercancía (mediación de valorización del capital)
6. Determinación del capital productivo procedente del consumo o mercado
m. Mercado (el sujeto de necesidad como comprador posible)
9. Proceso de producción del capital (capital productivo produciendo)
10. Modo de producción (como proceso de trabajo (8) o como proceso de producción del capital (9) productivo): T+ Mp
7. Proceso de intercambio y distribución, circulación (m)-D-M-D'. Proceso completo de producción del capital (círculo económico)

D. Dinero
M. Mercancía
D' Dinero del comprador (el Sujeto de necesidad compra)
D-M (9), Momento del capital productivo, momento del capital constante y variable, momento del capital fijo
M-D' (7). Momento del capital comercial (financiero también), momento del capital circulante (que se inicia al fin de 9).
T. Trabajo vivo (asalariado)
Mp. Medios de producción (incluye la tecnología como trabajo vivo objetivado)

El círculo pragmático de la necesidad-satisfactor-consumo (en el esquema *n-b-co*) y el círculo del proceso del trabajo-producto-evaluación del consumo (*4-8-5*), son ahora asumidos, incluidos, subsumidos (Marx usa frecuentemente la palabra técnica de *Subsumption*)[123], totalizados por el círculo de valorización del capital. Las necesidades humanas (*n*) se transforman en mercado potencial (*m*); los objetos satisfactores (*b*) o productos del trabajo humano (*d*), valores de uso, se transforman en mercancía (*f*); el sujeto de trabajo o productor es ahora sumido en un proceso de producción del capital (*9*), donde el proceso de trabajo tecnológico (*8*) sólo conserva su consistencia material, pero *como momento del capital*. Desde el momento en que el capital (*D*) compra tanto la mano de obra (*T*) o el trabajo vivo como asalariado y la tecnología (*Mp*), estos (tanto el obrero como la tecnología) son momentos internos, son parte, son formas del capital en cuanto tal (el *modo de producción* capitalista) (*10*). El capital se transubstancia en tecnología cuando el dinero desaparece y se transforma en la mercancía-máquina adquirida. Por ello, ambos procesos (tecnológico y capitalista) transcurren por el mismo camino con sentidos diversos esenciales:

> Como unidad del proceso de trabajo y del proceso de formación del valor, el proceso es proceso de producción de mercancía; en cuanto unidad del proceso de trabajo y del proceso de valorización, es proceso de producción capitalista, forma capitalista de la producción de mercancías[124].

El proceso del trabajo o de formación del valor (*Wertbildungsprozess*) es el proceso tecnológico mismo, material (*8* en el esquema).

---

[123] Cfr. *El Capital* I, 6 (inédito), donde Marx expresa frecuentemente el concepto de "Subsumption" (subsunción) (ed. Siglo XXI, p. 59, etc.).
[124] *Ibid*., I, 5; p. 239.

Es la tecnología en sí, en abstracto. Por el contrario, cuando el proceso de trabajo es subsumido por el proceso de valorización (*9* en el esquema) cambia de naturaleza; es ahora modo de producción capitalista en vista de producción de plusvalor, plustrabajo, plustiempo, es decir, pluscapital (*10* del esquema). De otra manera y más explícitamente :

> Existe una gran diferencia entre la máquina como elemento formador de valor y como elemento conformador del producto[125].

La máquina en cuanto máquina cumple con las exigencias de la tecnología en el proceso de trabajo que produce un objeto con valor de uso, un producto. La máquina como un momento del capital cumple con las exigencias del capital en el proceso de valorización del capital que produce una mercancía como valor de cambio, como valor en cuanto tal —esencia última del capital—. Es aquí donde la tecnología se transubstancia en capital. Y es aquí donde la tecnología de mediación *del trabajo* transforma al trabajo vivo del obrero *en su mediación* (en cuanto la forma más acabada del capital en cuanto tal):

> El trabajo se presenta sólo como órgano consciente, disperso bajo la forma de diversos obreros vivos presentes en muchos puntos del sistema mecánico, y *subsumido* (*subsumiert*) en el proceso total de la maquinaria misma, sólo como un miembro del sistema cuya unidad no existe en los obreros vivos... En la maquinaria el trabajo objetivado se enfrenta (*entgegen*) materialmente (*stofflich*) al trabajo vivo como *poder* que lo domina (de este *Macht* viene hablando Marx desde los *Manuscritos* del 44) y como subsunción activa del segundo bajo el primero... en el proceso real mismo de producción[126].

a. *La tecnología como capital: capital constante*. Hemos ya indicado más arriba, en dos ocasiones, que la tecnología deviene capital. Es decir, *als Kapital* (en cuanto capital) la tecnología deja de ser un momento o apropiación del tecnólogo para constituir, con el mismo tecnólogo como sujeto (si recibe un salario del capital) una *forma* de aparición fenoménica del ser del capital, una *determinación* interna en su realidad como capital, un *concepto* en el análisis dialéctico de la cuestión. Como capital la tecnología ha dejado de ser un todo

---

125 *Ibid*., I, 13; p. 471 (p. 408).
126 *Gr*. II, pp. 219-220 (p. 585).

abstracto (en cuanto tecnología en sí) para componer con otros momentos una fase del capital: el capital constante.

Cuando el capital aparece como dinero (*D* del esquema), como comprador de mercancías para reproducirse, para valorizarse, compra o transforma *D* en *M*. Pero esta *M* (mercancía) es tanto la "materia prima" como los "medios de trabajo" —es decir, la tecnología—, a los que hay que agregar, para poder emprenderse el proceso de trabajo o productivo del producto (y del capital), el trabajo vivo (*T*), tanto del obrero como del tecnólogo (esta última cuestión se deja frecuentemente en el olvido, por ello comenzaremos por ella):

> La ciencia no le cuesta absolutamente *nada* (*nichts*) al capitalista, lo que en modo alguno le impide explotarla. La ciencia *ajena* (*fremde*) es incorporada (*einverleibt*: acto de subsumirla en el ser del capital) al capital... La apropiación capitalista y la apropiación personal... de la ciencia, o de la riqueza material, son cosas absolutamente distintas[127].

Es decir, la producción o apropiación personal del científico o del tecnólogo han sido convenientemente flexibilizadas por la educación capitalista, a fin de que por el "bien de la humanidad" entreguen sus *descubrimientos* sin pedir por ello nada o muy poco (nunca la proporción real de la ganancia que producirán al capital). Una vez que él descubrimiento ha sido hecho cuerpo, incorporado, transubstanciado en capital, éste se transforma en *invento*. El "descubrimiento" puede dormir por toda la eternidad en los archivos de patentes interesantes pero irreales; los "inventos" son los que pasan a la historia de la tecnología: fueron aquellos que subsumidos por el capital le deben su ser fundado, su realidad, el haber sido mediación de valorización del mismo capital. De esta manera, como robo del descubrimiento, como pago injusto, como asalariados, los tecnólogos son igualmente "trabajo vivo" explotado por el capital (frecuntemente mejor pagados, con más altos salarios, pero no por ello menos explotados) en su trabajo mismo, en su dignidad, en la posesión de su invento, en el usufructo del mismo,

El capital se invierte, se derrama, entonces, en una mercancía (D → M): la tecnología subjetiva, como pericia, como tecnólogo. En segundo lugar, está la naturaleza, "la tierra... en el estado originario en que proporciona al hombre víveres, medios de subsistencia ya listos para el consumo"[128]. Pero esta naturaleza deviene "materia

[127] *El Capital* I, 13, nota 108; p. 470 (pp. 407-408).
[128] *Ibid*., I, 5, p. 216 (p. 193).

prima" gracias a un "trabajo anterior"[129] que la transforma poniéndola a disposición de un segundo trabajo, el "trabajo vivo" del obrero mismo (tercer momento). Por último se hace presente el momento material por excelencia del proceso productivo: la tecnología como máquina que enfrenta al trabajo vivo:

> La parte del capital, pues, que se transforma en medios de producción, esto es, en materia prima, materiales auxiliares y medios de trabajo, no modifica su magnitud de valor en el proceso de producción. Por eso la denomino parte *constante* del capital, o, con más concisión, capital *constante*[130].

Pueden observarse entonces dos aspectos. En primer lugar, el capital constante es el dinero (D) transformado o transubstanciado en una naturaleza que contiene trabajo *pasado* (nunca es *pura* naturaleza): tanto la materia prima lista para ser trabajada como las maquinarias (y otros momentos de la tecnología objetiva). Se excluye entonces el "trabajo vivo" (en el que se transubstancia el capital variable) del obrero o del tecnólogo asalariado (lo mismo que el científico que *pour l'art* regala sus conclusiones al capital, como el soldado que da valientemente su vida real a los fines injustos del imperio dominador). Es en este momento que Marx da un juicio negativo de la tecnología como totalidad, poniéndose del lado del obrero, del "trabajo vivo", porque la tecnología objetiva (la máquina) se aparece al trabajador real como el capital mismo en su *brutal materialidad*. La máquina, mucho más que el antiguo mayordomo esclavista armado de un látigo, marca el ritmo de la extracción de vida del trabajador. Si es verdad que, al entrar en la fábrica y vender su trabajo, su propia actividad productiva es ya un momento del capital (porque el dinero *D* se ha transubstanciado en la propia actividad que le pertenece como mercancía: es cuerpo de su propio cuerpo, ser de su propio ser), sin embargo tiene siempre (por ser una subjetividad humana real) una trascendentalidad o exterioridad que le permite rebelarse, hacer una huelga, no ir a trabajar, huir del sistema, y hasta decidir dejarse morir. Por el contrario, la parte del capital-máquina, *está ahí*, firme, fija, imponente, material:

> En su unidad material está subordinado a la unidad objetiva de lama. quinaria,... que como un *monstruo animado* (*beseeltes Ungeheuer*)

[129] *Ibid*., p. 217.
[130] *Ibid*., p. 252 (p. 223).

> objetiva el pensamiento científico y es de hecho el coordinador...[131] Al incorporar fuerza viva de trabajo a la objetividad muerta de los mismos, el capitalista transforma valor, trabajo pretérito, objetivo, *muerto*, en capital, en valor que se valoriza a sí mismo, en un monstruo animado (*beseeltes Ungeheuer*) que comienza a *trabajar* cual si tuviera dentro del cuerpo el amor[132].

No se piense que Marx tiene una especie de mística del trabajo artesanal medieval por lo que apoya las luchas del obrero contra la tecnología a partir de una valorización de lo preindustrial. No. Lo que Marx defiende es el derecho del obrero a emprender una lucha *contra el capital* que se le aparece diaria y materialmente bajo la *forma* de la determinación del capital-maquinaria:

> El obrero combate... contra el modo *material* de existencia del capital. Su revuelta se dirige contra esa forma determinada del medio de producción en cuanto fundamento (*Grundlage*) material del modo de producción capitalista[133].

Es decir, el modo como objetiva y materialmente (el látigo del esclavismo) *enfrenta* el capital (y el capitalista que puede ser un bondadoso personaje en la administración de la fábrica) al "trabajo vivo" es la férrea, implacable, fría, demoníaca manera rítmica del rostro de la máquina. La máquina se transforma así en el *instrumento ético y objetivo* por el que "el capital (que solo) es trabajo muerto, sólo se reanima, a la manera de un vampiro, al chupar trabajo vivo, y que vive más cuanto más trabajo chupa"[134]. Es decir, "el medio de trabajo asesina al trabajador"[135], y por ello "los huesos de los tejedores de algodón blanquean las llanuras de la India"[136]. El *pathos* del líder político aparece de pronto en medio del fino análisis teórico de la tecnología como momento del capital. Y Marx siempre se inclina por el obrero, y no es sólo la maquinaria la que se "contrapone materialmente, como capital al obrero", sino que la misma "ciencia se le presenta al obrero como algo ajeno y

131 *Gr*. I, p. 432 (p. 374).
132 *El Capital* I, 5; p. 236 (p. 209).
133 *Ibid*., I, 13; p. 521 (p.451).
134 *Ibid*., 8, p. 280.
135 *Ibid*., 13, p. 526.
136 *Gr*. II, p. 221 (p. 586).

externo, y el trabajo vivo aparece subsumido bajo el objetivado, que opera de manera autónoma"[137].

b. La tecnología como aumento de productividad para el capital. El lugar, en toda la obra de Marx, en la que trata de manera sistemática y amplia la cuestión de la tecnología (en sus tres obras mayores, *Grundrisse*, *Manuscritos del 61-63* y *El Capital*) es siempre en torno al tratamiento del origen del plusvalor relativo[138?]. El capital constante indica, pasivamente, el *en-qué* se ha invertido dinero (D) para la producción, tanto en la obtención de plusvalor absoluto como relativo. En cambio la "potencia civilizadora" del capital dice relación a otra cuestión, y es la siguiente: el aumento de la fuerza productiva:

> Por aumento en la fuerza productiva del trabajo entendemos aquí, en general, una modificación en el *proceso del trabajo* (*8* en el esquema) gracias a la cual se reduzca el tiempo de trabajo socialmente requerido para la producción de una mercancía, o sea que una cantidad menor de trabajo adquiera la *capacidad* de producir una cantidad mayor de valor de uso[l38?].

El capital descubre que el aumento cualitativo del proceso productivo es un modo de aumentar el plusvalor, al disminuir el tiempo necesario para la reproducción de la vida del obrero. Es el resorte central de extracción de vida del trabajo vivo, mayor aún que el del plusvalor absoluto. El desarrollo tecnológico es ahora, esencial e idénticamente, desarrollo del capital. Citando a John Wade, escribe Marx: "*Capital* es sólo otro nombre para *civilización*"[139].

Civilizar es desarrollar, y el capital ha sido la fuerza civilizadora más extraordinaria de la historia humana. Cuanto descubrimiento técnico pudo ser subsumido en el proceso productivo para ahorrar trabajo humano (capital variable) fue asumido, y promovió, bajo la razón del plusvalor-ganancia, inmenso número de inventos (tanto tecnológicos como científicos). Pero todos esos adelantos fueron hechos por el capital para el capital —aunque en algo se beneficia

---

137 Cfr. *Gr*., especialmente el t. II. pp. 86 *ss*. (pp. 479 *ss*.); *Manuskript 1861-1863*, *MEGA* 3/1, t. I. pp. 292 *ss*.; *El Capital*, I, cap. 12 y 13, en especial t. I/2. pp. 451-614 (*MEW*, XXIII, pp. 391-530), el capítulo más largo de *El Capital*, dedicado a nuestro tema.

138 *El Capital*-I; 10; t. I/2. p. 382; *MEW*; XXIII, p. 333. Cfr. *Manus. 1861-163*, ed. cit., pp. 143 *ss*..

139 *Gr*. II, p. 86 (p. 479).

al hombre también—. Tanto en los *Manuscritos del 61-63* como en *El Capital* se inicia la exposición con una cita de John Stuart Mill:

> Es discutible que todos los inventos mecánicos efectuados hasta el presente hayan aliviado la faena cotidiana de algún ser humano. (Y continúa Marx:) Pero no es éste, en modo alguno, el objetivo de la maquinaria empleada por el capital... (ella tan sólo) es un medio para la producción de *plusvalor*[140].

Desde el momento que la tecnología *es capital* su finalidad ha cambiado. No es ya aumento del valor de uso y tiempo libre *para el hombre*. Es valorización para el capital. Su sentido *ético* se ha transubstanciado. De todas maneras, siendo la tecnología una mediación para la producción de plusvalor, hay al menos dos momentos en el desarrollo tecnológico que Marx advierte, y que son de diversa naturaleza:

> En la manufactura, la revolución que tiene lugar en el modo de producción toma como punto de partida *la fuerza* de trabajo; en la gran industria, *el medio* de trabajo[141]. Hemos de investigar por qué el medio de trabajo se ha transformado de herramienta en máquina, o en qué se diferencia la máquina del instrumento artesanal[142].

Como puede advertirse, Marx da importancia a una diversidad estrictamente tecnológica de los *medios* de producción. En el caso de la herramienta y la manufactura un hombre es el que manipula y es la causa motora del uso, aunque esté convenientemente dividido el trabajo en la cooperación del espacio común de la manufactura, del instrumento. Con la máquina, y esto lo descubrió Marx en sus estudios de Bruselas en 1845 y en el *Cuaderno XVII* de Londres de 1851, hubo un cambio cualitativo en el proceso productivo mismo. Cambio esencial que es descrito de la siguiente manera:

> La máquina, de la que arranca la revolución industrial, reemplaza al obrero que manipula una herramienta única por un mecanismo que opera simultáneamente con una masa de herramientas iguales[143].

---

140 *El Capital* I, 13; p. 451; *Manus. 1861-1863*, ed. cit., p. 293. En este último texto la cuestión no es tan directa ni clara.

141 *Ibid*.

142 *Ibid*.

143 *Ibid*., p. 457.

La esencia del asunto estriba en la cuestión de la *simultaneidad* del manejo de herramientas *varias* (múltiples) por medio de un *único* mecanismo. Esto reproduce, multiplica, amplía el efecto del uso del medio productivo. En su esencia no importaría que fuera un motor o el mismo hombre el que moviera simultáneamente las herramientas iguales —claro es que si se logra reemplazar al mismo hombre como fuerza motora, y multiplicarla en potencia, se logrará aún mayor efectividad.

El grado de efectividad, entonces, puede alejar su límite de manera gigantesca, con respecto a un hombre que maneja una herramienta. En efecto, no sólo muchas herramientas pueden ser movidas simultáneamente por una fuerza motora, sino que dicha fuerza motora (una máquina motriz) puede elevarse a niveles enormes de potencia. Pero, además —nuevo nivel de efectividad multiplicada—, puede articularse por cooperación muchas máquinas similares, hasta constituir un "sistema de máquinas"[144]. Marx ha penetrado de esta manera la *lógica* interna del desarrollo estructural y al mismo tiempo histórico de la tecnología.

Por ello en abril de 1784, fecha en la que Watt patentó su máquina a vapor, no como un invento para "fines especiales, sino como *agente general* de la gran industria"[145], se dio un salto cualitativo y nació, propiamente hablando, el modo de producción capitalista industrial. Se había logrado una máquina-motriz que movilizaba infinitas posibles máquinas-herramientas que no necesitaban del trabajador sino como de un accesorio. En la manufactura de herramientas el *sujeto del trabajo* era el artesano; en la fábrica de máquinas el *sujeto del trabajo* era la misma máquina. Y como ésta, lo hemos visto, es la forma material propia del capital, era el capital mismo el *sujeto de trabajo* y el asalariado sólo un auxiliar .

Marx ha descubierto así la lógica *práctica* del uso de la máquina por parte del capital. La dominación real del capital sobre el obrero se hace efectiva a través de la máquina, la que, aunque no crea valor (aunque transfiere en parte su propio valor al producto, en cuanto la misma máquina es trabajo pasado), normativiza de manera objetiva el trabajo del obrero, permitiendo al capital alcanzar mayor plusvalor, no sólo relativo —por el aumento de la productividad o disminución proporcional del trabajo necesario— sino también absoluto. En efecto, plusvalor absoluto se alcanza por el trabajo subsidiario

144 *Ibid*., p. 460.
145 *Ibid*., p. 459.

de la mujer y los niños, por la prolongación de la jornada laboral (en la que el antiguo mayordomo ya no es vencido por el sueño: las máquinas en continua vigilia sostienen su ritmo infernal), por la intensificación del trabajo (ya que el obrero deberá controlar a la máquina en un ritmo siempre creciente, el posible técnicamente para el cumplimiento mecánico de la movilización de las herramientas respectivas).

Marx ha descubierto entonces que en la esencia del capital se encuentra la tecnología como un medio de producción o medio de valorización del capital, no de manera directa (como el trabajo vivo mismo, *creador* de valor) sino indirecta, pero no por ello menos necesaria y esencial.

De esta manera se desplazaba la esencia del capital y de la circulación y la ganancia hacia el nivel productivo y del plusvalor. El fundamento, el ser, la esencia del capital se juega en el nivel oscuro, profundo y teóricamente cubierto del *capital productivo* donde la tecnología tiene un lugar determinante.

c. Tecnología y ciclo del capital. Todo lo que llevamos ganado (desde la tecnología en sí, como instrumento de trabajo en abstracto, o como capital constante en relación a la cuestión del plusvalor, o de otra manera, el pasaje de la mercancía al dinero, y del dinero al capital —proceso lógico y dialéctico en *abstracto*—), debe ahora *pasar* a un nivel metódicamente más concreto. No es la tecnología en el capital en sí, sino la tecnología en el capital en su totalidad, como unidad de movimiento y como fases. Permítasenos una larga cita de los *Grundrisse*:

> El proceso total de producción del capital incluye el proceso de la circulación propiamente dicho y el proceso de producción propiamente dicho. Constituyen los dos grandes momentos de su movimiento, que se presenta (*erscheint*) como totalidad (*Totalitaet*) de esos dos procesos... como proceso determinado o de una rotación de aquél, como un movimiento que retorna (*zurueckkehrenden*)[146] a sí mismo... Como sujeto (*Subjekt*) que domina las diversas fases de este movimiento, como va!or que en éste se mantiene y reproduce, como sujeto de estas transformaciones que se operan en un movimiento circular

[146] "Así como la lógica ha retornado (*zurückgegangen*) en la Idea Absoluta a aquella unidad simple que es su comienzo; la pura indeterminación del ser" (Hegel, *Wissenschaft der Logik*, III, 3, 3; Suhrkamp, Frankfurt, t. VI, 1969, p. 572).

—como espiral, círculo que se amplía—[147], el capital es capital *circulant*... La transición de una fase a la otra, está puesto asimismo en cada fase en un carácter determinado —como confinado en una forma especial— que es su propia negación en cuanto sujeto de todo el movimiento. El capital es, pues, en cada fase particular, la negación (*Negation*) de sí mismo en cuanto sujeto de todo el movimiento... En tanto permanezca en el proceso de producción no es capaz de circular y se halla virtualiter desvalorizado. En tanto permanezca en la circulación, no está en condiciones de producir, de poner plusvalía, no está en proceso como ta1...[148].

Es decir, en el proceso circular (*Kreislaufsprozess*) del capital, recorrido que es su propia vida, movimiento, *actualitas*, el Ser en acto, éste se niega a sí mismo fijándose como tecnología, como máquinas en diversos momentos de su constante transformarse de unas fases (*Stadien*) a otras. En cada una de las fases el capital como tal (puro valor) "aparece" (cuestión fenomenológica fundamental para Marx) en alguna de sus determinaciones (en sí) o formas (para nosotros). La fórmula general, que explicaremos a continuación, es enunciada en *El Capital* II de la siguiente manera:

$$D - M \left\langle \begin{matrix} T \\ Mp \end{matrix} \right. \ldots p \ldots M' (M + m) - D' (D + d)$$

La tecnología aparece en *todos* estos momentos, en algunos como esenciales, en otros como condicionantes, y en todos siendo el capital la potencia civilizadora que lanza a más y mejores inventos tecnológicos.

Así, en la primera fase *D-M*, el dinero (*D*) —fase auroral del capital naciente— se transforma, transubstancia en medios de producción (*Mp*), que incluyen esencialmente a la tecnología (como ya hemos visto)[149]. El capital-dinero ha pasado a ser capital-máquina. En cuanto capital-máquina el capital en cuanto tal (el Ser como valor) *se niega* a sí mismo y "aparece" en uno de sus fenómenos, entes, fases: el capital-máquina, que niega todos los momentos no productivos. Y que, como capital-máquina cuando no trabaja, es "capital *dormant*" (capital durmiente)[150], negatividad de la negación, "ca-

147 "...un círculo de círculo, pues cada momento particular... es reflexión sobre sí que, por cuanto retorna al comienzo, es al mismo tiempo el comienzo de un nuevo momento" (*Ibid*., p. 571).

148 *Gr*. II, p. 130-131 (pp. 513-514).

149 Cfr. *El Capital* II, 1; FCE, t. II, p. 27; *MEW*, XXIV, p. 31.

150 *Gr*. II, p. 132 (p. 515).

pital inactivo" que de fijarse en esta fase sería, simplemente, aniquilación total del capital.

Pero el capital-tecnología, "la parte objetiva del capital productivo"[151], sólo es real en tanto entra en función directa con la otra parte: el trabajo vivo comprado como fuerza productiva (*T*). La realidad de la tecnología, como capital, se actualiza en el contacto vivificante y valorizante de las fuerzas productivas en acción (...). Los tres puntos (...) entre *T*/*Mp* y *P* de la fórmula, indican que el capital esta *in actu* en la "órbita de la producción"[152]. Esta es la fase esencial de la tecnología y la máquina, pero es igualmente la fase esencial de la producción del capital (en tanto que *sólo en esta fase se logra*, propiamente, *plusvalor*). La tecnología se encuentra presente, en el ser del capital, como el coprincipio fundante esencial: *T* y *Mp*. Sin tecnología no hay plusvalor, aunque no como principio formal (que es la fuerza productiva que incluye trabajo vivo) sino sólo como principio material u objetivo.

El capital constante desembolsado (*D*) en los medios de producción (*Mp*) queda *fijado* en esta fase material e inutilizado para otras fases del proceso total del capital. En tanto fijado en una fase, todas las fases serían "capital fijado" en dicha fase, pero en cuanto fijado en los medios de producción material y en tanto permanecen materialmente en los entes (máquinas, etc.) y no pasan o se transforman en producto (mercancía), la tecnología es ahora una nueva determinación del capital, una nueva forma fenoménica de sus apariciones, un concepto distinto a ser construido: el *capital fijo*. El concepto de capital fijo (y no el de constante) se construye desde la temporalidad del capital. El capital tiene un *tiempo* de circulación, la máquina tiene un tiempo de función, tiempo de destrucción o consumo, de uso:

> Una de las partes constitutivas del valor del capital productivo asume la determinación formal de capital fijo, sólo en el caso en que los medios de producción en los que existe, no se consuman en el espacio de tiempo en el que se elabora el producto y sale del proceso de producción como mercancía[153].

El "tiempo-tecnología" determina los conceptos de capital fijo (lo que no se gasta) y circulante (lo que se gasta de la máquina, y por

---

[151] *El Capital* II, 1; t. II, p. 34 (p. 38).
[152] *Ibid*., p. 35 (p.40).
[153] *Ibid*., II, 8; II, p. 149 (p. 168).

ello pasa como valor al producto, a manera de lo que el producto se lleva en su constitución real), pero siempre dentro de la segunda fase (*T*/*Mp*... *P*).

Cuando el producto (*P*) pasa a la circulación se transforma en un nuevo rostro, fenómeno, forma de aparición del capital: la mercancía (*M*), el capital-mercancía[154]. En esta tercera fase (esquematizada por la *flecha 7*) la temporalidad vuelve a determinar la esencia del proceso. Si hay tiempo de producción (*flecha 8*/*9* del esquema) lo hay igualmente en la circulación[155].

El tiempo total de la producción y la circulación, es decir , de todo el ciclo, es el tiempo de la rotación del capital. La importancia de la disminución del tiempo de *D* a *D*' (del capital-dinero desembolsado hasta el logro del capital-dinero por la venta de la mercancía: una rotación total) consiste en la posibilidad misma de valorización del capital. Cuando con más *velocidad* (relación tiempo-espacio: recorrer el mayor espacio en el menor tiempo) se recorre el ciclo, mayor será la ganancia. O de otra manera: cuando más pronto se logre que la plusvalía del momento productivo del capital se metamorfosee en ganancia al fin del momento de la circulación del capital.

La tecnología vuelve a entrar en cada: uno de los pasos. Por ejemplo:

> Un ferrocarril [piénsese hoy en los aviones a reacción, en los satélites: inventos surgidos dentro de la misma lógica de la velocidad de la rotación del capital] tendido entre el lugar de producción y un centro fundamental de población interior del país puede alargar en términos absolutos o relativos la distancia hacia un punto más cercano del país no comunicado con aquél por ferrocarril, en comparación con el que geográficamente se halla más distante que é1[156].

El tiempo de la circulación (*Umlaufzeit*), el ahorro de dicho tiempo, lanzó adelante todos los inventos tecnológicos de las comunicaciones. ¿Acaso no fue el primer uso real del sistema de transmisión sin hilos el dar a conocer los valores en el mercado de Londres y Nueva York en el transcurso de segundos? La tecnología, así como fue el condicionante material (por los grandes descubrimientos navieros de Portugal y España) del mercantilismo, fue igualmente constituyente material de la bolsa mundial.

[154] Cfr. *El Capital* II, cap. 3.

[155] Cfr. *Ibid*., cap. 5, 7, 12, 13, 14 y 15.

[156] *Ibid*., 14; p. 222 (p. 252).

La tecnología entra, entonces, en todas las fases del capital, aun en el proceso de la mercancía (*M'*) a la ganancia (*D'*).

5. LA TECNOLOGÍA Y LA COMPETENCIA ENTRE LOS CAPITALES.

La tecnología estará presente, entonces, en el proceso de circulación de muchas maneras. Toda la cuestión para Marx estribaba en mostrar que el proceso de producción de plusvalor ($M + m$, es decir, las mercancías originarias *M* se transforman al final del proceso productivo en más mercancía que al comienzo: *m*) funda la realización de la ganancia (es decir, que el inicial dinero invertido *D* se transforma al final en más dinero: *d*): $D' = D + d$.

Escribía en los *Grundrisse*:

> La ganancia es sólo una forma trasmutada, derivada y secundaria del plusvalor, la forma burguesa, en la que se han borrado las huellas de su génesis[157].

Y bien, dentro de toda la problemática de "la transformación del plusvalor en ganancia" (sección primera del Libro III), debe situarse su corolario de la "ganancia media" (sección segunda), en donde se trata el asunto de la "diversidad de las tasas de ganancia" en las diversas ramas de la producción en un régimen *concreto* de competencia. Estamos en un nivel tal en el que las abstracciones anteriores llegan a un nuevo nivel metódico de concreción.

En el nivel productivo —que es siempre el fundamental— la diferencia en la tasa de ganancia entre las ramas de la industria se debe a "las diferencias en cuanto a la composición orgánica (*organischen Zusammensetzung*) del capital"[158]. ¿Tiene ésto que ver en algo nuevamente con la tecnología?

En efecto, una mayor proporción del factor técnico en un capital concreto, de una rama industrial, aumenta la tasa de plusvalor (p/v: el plusvalor dice relación al capital variable), y aumenta la masa. El producto sin embargo tiene menos valor, y por ello tiene menor precio. En la competencia del mercado logra mayor masa de ganancia (p/C: la ganancia dice relación a la totalidad del capital invertido), y al mismo tiempo destruye trabajo objetivado y capital del competidor:

157 *Gr*. II, p. 98 (p. 89).
158 *El Capital* III. 8; t. III, p. 152 (p. 153).

> Un crecimiento general y repentino de las fuerzas productivas desvalorizaría relativamente todos los valores existentes, objetivados por el trabajo en un estadio inferior de las fuerzas productivas, y por consiguiente destruiría capital existente...[159].

Todo esto acontece en "las ramas poco evolucionadas de la industria, que aún forcejean por salvarse dentro del moderno modo de producción"[160]. La técnica, nuevamente, es un momento esencial en la vida del capital. Mayor proporción tecnológica en la totalidad del capital es mayor competitividad, masa de ganancia. La esencia de la ganancia en la competencia, una vez más, se juega en el nivel del capital productivo mismo, y por ello la centralidad de la tecnología en el aumento de "productividad del trabajo"[161]:

> No por reemplazar trabajo la máquina crea valor, sino únicamente en la medida en que es un medio para aumentar el plustrabajo, y éste es a la vez tanto la medida como la sustancia de la plusvalía puesta con el auxilio de la máquina, o sea, sólo y absolutamente con el auxilio del trabajo[162]. La máquina produce "la reducción del trabajo necesario en proporción al plustrabajo"[163].

A los fines de este *Estudio preliminar* nos basta con indicar lo ya expuesto, en el sentido de subrayar la importancia de la tecnología en la composición orgánica del capital individual de una rama de la industria contra otros capitales individuales y otras ramas, en la lucha de la competencia, donde vence el que alcanza mayor tasa de plusvalor y mayor masa de ganancia (aunque lentamente se desplome la tasa de ganancia).

6. LA TECNOLOGÍA EN LA DEPENDENCIA DE LA PERIFERIA.

Pasamos aquí a una cuestión debatida, y por ello no intentaremos siquiera querer resolver la cuestión. Sin embargo, desearíamos mostrar la importancia de la instancia tecnológica en esta problemática fundamental. Hablar de centro-periferia nos remite a la cuestión del espacio (mercado mundial, geográficamente planetario). Si Marx había

159 *Gr*. I, p. 406 (p. 350). Cfr. *Manuscritos 1861-1863*; *MEGA*, II. 3, 5 (1980), p. 1608.
160 *Ibid*., II, p. 426 (p. 737).
161 *Gr*. I, p. 393 (p. 339).
162 *Ibid*., II, p. 305, nota (p. 654).
163 *Ibid*.

pensado, en su plan original, estudiar seis cuestiones —de las cuales el capital en general era sólo la primera—, la quinta de ellas era el comercio exterior de los Estados y la sexta el mercando mundial. Sólo habiendo abordado el mercado mundial se hubiera podido exponer la cuestión teórica concreta, más concreta que el capital en general, pero igualmente más concreta que el Estado en general y aún que el comercio exterior de *una* nación o de su tratamiento en general. El *mercado mundial* es el marco *concreto* de toda consideración de la totalidad *real* en última instancia. En el mercado mundial hay naciones *centrales* (por su capital productivo con mayor composición orgánica tecnológica, ya que iniciaron la revolución industrial en el siglo XVIII) y otras *periféricas* (porque comenzaron la tal revolución mucho después). Por lo general, tanto en sus defensores como entre sus detractores, la teoría de la dependencia está falta de una consideración primera en el nivel general, en abstracto —como hubiera procedido Marx en el caso que hubiese tratado la cuestión, que, como es sabido, no pudo tratarla, pero ello no indica, de ninguna manera, que no haya que estudiarla en un discurso marxista coherente y completo, como el que necesitamos en América latina—.

El tratamiento entonces de la dependencia o explotación de las naciones llamadas periféricas o subdesarrolladas, debe situarse en un plano *teórico estricto* y *en general*, en abstracto (que como indica el método es lo primero: "ascender de lo abstracto a lo concreto"), por analogía con el capital individual o de las ramas de la industria en la competencia:

> Los capitales invertidos en el comercio exterior... exactamente lo mismo *como* le ocurre al fabricante...[164]... No sólo de los capitalistas individuales sino las naciones ...[165].

Los individuos, las ramas de la industria, las naciones funcionan analógicamente, unas *como* (*wie*) otras. Se debe entonces teórica, en general o abstractamente pensar el asunto siguiendo el mismo discurso y utilizando conceptos análogos, ya que las determinaciones reales y la forma de aparición son igualmente análogas.

En verdad, la teoría del "intercambio desigual" —como fenómeno secundario— no explica el fondo de la cuestión de la dependencia o explotación periférica de naciones dominadas, porque el asunto

164 *El Capital* III, 14, 5; t. III, p. 237 (p. 248). Se dice: "...*wie* der Fabrikant", usando el comparativo.

165 *Gr*. II, p. 451 (p. 755).

debe situarse en el nivel primero del capital productivo (como lo hace Mauro Marini)[166]. Pero no debe olvidarse tampoco que el capital comercial es "la primera forma del capital"[167]. De otra manera, es necesario de manera *abstracta*, en general o en su esencia, situar la cuestión en la *totalidad* del ciclo del capital *concreto* (no ya en general, sino en la competencia), porque estamos situados en el marco *concreto* del mercado mundial:

> La expansión del mercado mundial (*Weltmarkts*) y el sistema colonial... (son) las condiciones generales de existencia... [y] proporcionan un copioso material para la división del trabajo dentro de la sociedad[168]. El mercado mundial constituye a la vez el supuesto (*Voraussetzung*) (y) el soporte (*Traeger*) de la totalidad[169].

Tanto ontológica como históricamente el mercado mundial es la totalidad *concreta* última *en donde* debe situarse la cuestión de la dependencia *en abstracto*. La primera aparición (tanto lógica como histórica) del mercado mundial se produce gracias a la expansión de Portugal y España hacia América latina:

> El oro y la plata (desempeñan) un papel importante en la creación del mercado mundial. Así (actúa) la circulación de la plata americana del oeste hacia el este; lo mismo, el vínculo metálico de América con Europa, por un lado, con el Asia, por el otro, desde los comienzos de la época moderna... El oro y la plata son ahora moneda, pero lo son en cuanto *moneda mundial*[170].

Este periodo mercantil precapitalista industrial, o mejor, el periodo arcaico del capitalismo en la acumulación del dinero (*D*) como comienzo del silogismo D-M-D', tiene importancia para una teoría de la dependencia, pero en concreto. Por ello Marx planteó la cuestión de la acumulación originaria en la sección séptima del libro I de *El Capital*, mientras que las cuestiones relativas al plusvalor, anteriormente. De la misma manera en la cuestión de la dependencia se debe situar *antes* la cuestión global de la transferencia de plusvalor

166 Cfr. *Dialéctica de la dependencia*, Ed. Era, México, 1979, en donde se expone el concepto de "sobreexplotación", que en realidad recubre el de plusvalor absoluto y relativo combinados en relación centro-periferia.
167 *Gr*. II, p. 430 (p. 739).
168 *El Capital* I, 12, 4; 431 (p.375).
169 *Gr*. I, p. 163 (p. 139).
170 *Gr*. I, p. 163 (p. 139).

o plustrabajo centro-periferia, antes que su origen histórico. Es verdad que desde el siglo XVI en América Latina hay moneda mundial, pero no es sólo ello lo que la sitúa dentro del sistema capitalista propiamente dicho. La cuestión debe definirse como en el caso del análisis que va del hombre hacia el primate y no al revés: desde la dependencia con capitalismo central y periférico, y no en sus etapas preparatorias —al menos en su primer abordaje teórico y en general—.

En primer lugar, Marx habla repetidamente del "capital social en su conjunto"[171], "capital nacional"[172], "capital global de una nación"[173], "capital total"[174], de tal manera que los sujetos de la competencia (capital individual-capital individual, rama-rama industrial, nación-nación) son analógicamente de los que se trata aquí:

> ...los países competidores (*Konkurrenzlaender*)...[175]. Cuando la nación más productiva no se vea forzada por la *competencia* a reducir a su valor el precio de venta ...[176].

El "comprar" o "vender" de las naciones en la competencia nos muestra que nos encontramos en un nivel concreto (con respecto al capital en general), donde una nación compite con otra nación en el mercado mundial.

En ese orden mundial (totalidad concreta última) hay dos tipos de naciones. Marx denomina unas como "nación más productiva"[177], "países más adelantados"[178], "metrópolis"[179], "países ricos"[180]. Las llamaremos naciones del centro, tomando una denominación *espacial* ya que "la circulación del movimiento de las mercancías (se efectúa) *en el espacio* (*im Raum*)"[181].

171 *El Capital* II, p. 314 (sec. 3a. del L. II).
172 *Gr*. II, p. 132.
173 *Ibid*., p. 425
174 *El Capital* III, p. 214.
175 *Ibid*., p. 237 (p. 248).
176 *Ibid*., I, 20, p. 685.
177 *Ibid*.
178 *Ibid*., III, p. 237.
179 *Ibid*.
180 *Ibid*., I, 20, p. 685.
181 *Ibid*., II, 6; t. II, p. 135.

Por otra parte, denominaremos países periféricos a los que Marx llama: “otros países con menos facilidades”[182], “países pobres”[183], etc. —aunque a veces se refiera a países europeos y no propiamente coloniales (ya que en su época no podía hablarse claramente de la cuestión) —.

La diferencia esencial, en general o en abstracto, entre ambos tipos de países estriba en su “composición orgánica del capital social”[184], nacional en nuestro caso. Como puede notarse, la cuestión de la tecnología, nuevamente, se encuentra en el núcleo mismo teórico de la cuestión de una teoría de la dependencia en el pensamiento de Marx. Trabajo vivo de las colonias o neocolonias o países menos desarrollados, y tecnología con *menor* “grado de productividad”[185], de donde surge una cierta “proporción internacional”[186]:

> (El) descenso relativo creciente del capital variable en proporción al constante, y, por tanto, en relación al capital total (aquí nacional, para nosotros), coincide con el aumento progresivo de la composición orgánica del capital social (aquí nacional), considerado en cuanto a su media... Gracias al empleo creciente de maquinaria y de capital fijo en todas sus formas... (se produce el) abaratamiento progresivo de los productos[187].

Es decir, cuando la composición orgánica media de un país, o capital nacional social, le permite producir productos más baratos (con mayor tasa de plusvalor, con menor costo de producción, y con disminución de la tasa de ganancia), por su alto desarrollo tecnológico, el comercio exterior (o la circulación mundial de las mercancías) viene a significar un caso que “contrarresta la ley”[188] del descenso tendencial de la tasa de ganancia. ¿Cómo se logra ésto? Gracias a la llamada “ganancia extraordinaria” (*Extraprofit*) o “ganancia extra”:

> Si (un) capital (nacional, en nuestro caso) trabaja con una productividad superior a la media social (internacional, en nuestro caso), produce

182 *Ibid*., III. p. 237.
183 *Ibid*., I. p. 685, nota 65.
184 *Ibid*., III; t. III, p. 238: “organischen Zusammensetzung gesellschaftlichen Kapitals...”.
185 *Ibid*., I, 20, p. 688.
186 *Ibid*.
187 *El Capital* III, 13; t. II, p. 214.
188 Capítulo 13 del L. III de *El Capital*.

> sus mercancías a un valor inferior al valor social medio (internacional, en nuestro caso) de la misma mercancía, realizando así una ganancia extraordinaria[189].

¿Cómo se logra una "ganancia extraordinaria"? Del siguiente modo. Hay ganancia cuando el precio de venta es mayor que el costo de producción. Claro que el costo de producción incluye el capital constante y variable invertidos. Por ello el "valor de la mercancía" incluye igualmente el plusvalor; el costo de producción es siempre menor que el valor dé la mercancía. De otra manera, el costo de producción (pc) más el plusvalor (p) es igual al valor de la mercancía (vM) (caso 1). Si el precio de venta (pv) es mayor al costo de producción hay tanta ganancia como plusvalor (caso 2). Si el precio de venta sólo es el costo de producción hay recuperación, pero pérdida del plusvalor (caso 3). Si hay mayor precio de venta que valor de la mercancía es el caso de la "ganancia extraordinaria" (caso 4):

1. pc + p = vM
2. pv > pc
3. pv = pc
4. pv > vM

El secreto, el misterio —para hablar como Marx— de la teoría de la dependencia o la explotación de las naciones menos desarrolladas es lograr un intercambio desigual a partir de extracción de plusvalor, sumado a una ganancia extraordinaria. La ley diría: *el país desarrollado vende obteniendo ganancia extraordinaria* (superando el valor de la mercancía en el precio de venta), *mientras que el país menos desarrollado y explotado vende por debajo del valor de la mercancia*, *transfiriendo plusvalor* (el precio de venta, aunque mayor que el costo de producción, es menor al valor de la mercancía). Veamos el asunto y consideremos la cuestión tecnológica:

> Del hecho de que la ganancia pueda estar por debajo del plusvalor —indica un texto que ya hemos citado arriba—, o sea de que el capital (pueda) intercambiar se con ganancia (pero) sin valorizarse en sentido estricto, se desprende que no sólo los capitalistas individuales, *sino las naciones* (*sic*) pueden intercambiar continuamente entre sí, pueden repetir continuamente el intercambio en una escala siempre creciente, sin que por ello hayan de obtener ganancias parejas. Una [la nación desarrollada] puede apropiarse constantemente [estructuralmente] de

189 *Ibid*., III, 3; t. III, p. 65.

> una parte del plustrabajo (*Surplusarbeit*) de la otra [nación subdesarrollada]...[190]

Apropiarse del plustrabajo o plusvalor de otra nación sitúa la cuestión al nivel del capital productivo, de la relación del capital constante (tecnología) y variable, del capital fijo y circulante; coloca la cuestión en la esencia del discurso marxista. No en el nivel del capital comercial o mercantil de la mera ganancia en el intercambio desigual; sino en el nivel de la ganancia fundada en el plusvalor al nivel del capital productivo propiamente dicho. La diferencia estriba en la diversa composición orgánica del capital social nacional, en la parte estrictamente tecnológica determinante de la diferente productividad:

> El trabajo [en su conjunto nacional] del país más adelantado se valoriza aquí como un trabajo de peso específico superior[191].

Si abstraemos todo otro factor, como en el país desarrollado el valor de la mercancía (vM) es menor, por la composición orgánica mayor de tecnología o productividad, puede llegar en un país menos desarrollado a alcanzar un precio de venta del producto (pv) mayor que en el propio país, teniendo así una ganancia extraordinaria o extra-ganancia (eg). Todo esto al vender el país más desarrollado en el país menos desarrollado, compensando así la tendencia descendente de la tasa de ganancia en el propio país desarrollado, gracias a la extra-ganancia que alcanza en los países menos desarrollados.

$$\text{País subdesarrollado} \quad vM' \left\rangle \frac{P'}{pc'} \right\rangle \quad pv' \quad eg \quad pv \left\rangle \frac{p}{pc} \right\langle vM. \quad \text{desarrollado}$$

Por el contrario, al vender el país menos desarrollado su producto en el país más desarrollado, y como el valor de la mercancía en el país menos desarrollado es mayor (vM´) que en el país central, se ve obligado a bajar el precio de venta (pv´) por la competencia en el país más desarrollado. Aunque el capitalista del país menos desarrollado obtenga ganancia (vM´ -p´ < pv´), sin embargo, ha perdido plusvalor periférico (vM´ – pv´ = pérdida de p), ya que el plusvalor peri-

[190] *Gr*. II, p. 451 (p. 755).
[191] *El Capital* III, 20; t. III, p. 237.

férico es mayor al precio de venta menos el costo de producción (pv´ -pc´ < p´). En esto consiste la transferencia de plusvalor al centro, el que “obtiene trabajo”[192] gratis de la periferia:

> Puede ocurrir que (un) país entregue *más trabajo* materializado en especie del que recibe y que, sin embargo, obtenga las mercancías más baratas de lo que él puede producirlas... Los capitales invertidos en las colonias pueden arrojar tasas más altas de ganancia a causa del bajo nivel de desarrollo [tecnológico] que en general eleva la tasa de ganancia en los países coloniales y en relación también con el grado de explotación del trabajo que se obtiene allí mediante el empleo de esclavos, culis, etc... El país favorecido obtiene en el intercambio una cantidad mayor de trabajo que la que entrega[193].

De esta manera la tendencia a la baja de los precios de venta de los productos de la periferia en el centro, como lo descubrió Raúl Prebisch, no es tanto producto de una mera injusticia subjetiva impuesta por la violencia externa de las armas de los países con mayores ejércitos. Se trata de una ley interna a la competencia entre capitales con diferentes composiciones orgánicas globales nacionales. Los productos de la periferia (pv´) tienden a bajar de precio en el intercambio, porque bajan en el centro los productos de un modo de producción altamente tecnificado (vM). Por el contrario, los productos de los países centrales (o de las transnacionales cuando se produce la *internacionalización del capital productivo* del centro en la periferia) tienden a conseguir mayor ganancia extraordinaria (eg), ya que pueden vender sus productos (pv) al mismo precio que dichos productos en los países periféricos (vM´).

De esta manera, los que critican (desde una posición dogmática) la teoría de la dependencia por encontrarse sólo en el nivel mercantil de la circulación del intercambio desigual dejan de tener razón, porque el hecho de la dependencia se ancla en el ser, en el fundamento “invisible esencial” (*unsichtbare wesentliche*)[194] de la plusvalía del capital productivo, y no en el nivel de la apariencia, de la “superficie de los fenómenos (*oberflaeche der Erscheinungen*)” — recordándonos la ontología de la Lógica de Hegel[195], mera “forma de manifestación”[196] —de la dependencia en el nivel de la ganancia del intercambio.

[192] *Ibid*., p. 238.
[193] *Ibid*., pp. 231-238.
[194] *Ibid*., pp. 59 y 63.
[195] *Ibid*., p. 58.
[196] *Ibid*., p. 63.

Se trata entonces de una relación dialéctica entre capital productivo y circulante, industrial y comercial, del centro y la periferia, de plusvalor relativo y absoluto — ya que la "sobreexplotación" no es sino plusvalor absoluto *periférico*, y por ello no puede ser igual al plusvalor absoluto *central*; pero es necesario no confundir el plusvalor absoluto en general con el plusvalor absoluto *central*; si se cae en dicho error se piensa que la sobreexplotación no es plusvalor absoluto, pero tampoco el plusvalor absoluto *central* es el plusvalor absoluto en general—.

La cuestión esencial, en general y abstractamente, de la teoría de la dependencia, dice relación a la cuestión tecnológica, a la composición orgánica global del capital nacional en la competencia internacional dentro del mercado mundial. El capital central tiene mayor tasa de plusvalor relativo, lo que le permite alcanzar una extraganacia gigantesca en el mercado mundial, compensando en parte la baja tendencial de la tasa de ganancia. Por el contrario, el capital periférico, por una composición orgánica más débil en tecnología, transfiere plusvalor hacia el centro, al vender los productos con ganancia pero por debajo del valor real de las mercancías.

Toda otra cuestión deberá ser pensada desde este núcleo central, originario. Iríamos así desde el hombre hacia el primate: desde el enfrentamiento desigual del capital central y periférico, ambos industriales, hacia etapas donde no existía capital industrial periférico (por ejemplo, siglo XVIII), o donde el futuro capital central industrial transitaba todavía en su época arcaica monetaria, pero extrayendo ya plusvalor de las colonias, en un mercado mundial (desde el siglo XVI), tempranamente capitalista, o en vía de acumular el resorte originario del capitalismo propiamente dicho. Tanto en su etapa monetaria o dineraria, manufacturera, mercantil (siglo XVI y XVII) o posteriormente, el plusvalor de la periferia, sea colonial, neocolonial o como capital periférico industrial propiamente dicho, permitirá al centro (como metrópolis mercantil o dineraria, manufacturera o propiamente capitalista industrial, imperialista posteriormente e internacionalizada en su nivel productivo mismo por las transnacionales) una acumulación originaria, una ganancia extraordinaria, en fin, un *plus* capital, vida de hombres, trabajo, o mejor plustrabajo, que le permitirá mejor estructurar la dominación en el nivel político e ideológico. Pero, una vez más, será la tecnología la que en el núcleo mismo *del origen de la diferencia* determinará en su esencia la diversidad del capital productivo *central* y del capital productivo *periférico* (conceptos ambos que hay que construir *todavía* teóricamente, y se construirán desde la cuestión de su composición orgánico-tecnológica, *material*).

Ya avanzado el siglo XX, y dada la internacionalización del ca-

pital, comienza a bosquejarse una nueva situación. El capital trasnacional inicia un proceso de autonomización de la nación *central* misma que le sirve de soporte (por ejemplo Estados Unidos). El capital trasnacional, como un *sujeto independiente*, como una fuerza autónoma y autosubsistente, acumula plusvalor. El plusvalor de la nación central misma se transfiere al capital trasnacional de esta manera, la dependencia se vuelve más compleja. No sólo se depende de la nación central, sino y principalmente, de un capital trasnacional que subsume plusvalor de la nación central y de las naciones periféricas. Esta trasnacionalización del capital productivo y financiero es un hecho reciente y exije un nuevo desarrollo teórico, donde nuevamente la tecnología vuelve a jugar una función determinante, como revolución científico-tecnológica.

7. LA TECNOLOGÍA EN EL PROCESO DE LIBERACIÓN

A manera de indicación, una teoría general de la tecnología no puede dejar de plantear la cuestión de la superación del modo de producción capitalista en América Latina, por el proceso revolucionario ya comenzado en el Caribe y Centroamérica. En Nicaragua se habla de los "innovadores", grupos de técnicos que deben fabricar, a veces de manera artesanal, partes de máquinas que no pueden importarse. El proceso revolucionario necesita de un apoyo material tecnológico o se enfrenta a la falta de productos, satisfactores en nombre de los cuales la revolución fue posible y necesaria[197].

Todo proceso de liberación es un movimiento de construcción de la utopía; la utopía histórica, concreta. La tecnología toca íntimamente este proceso, porque, en el presente, la dominación tecnológica deja a un pueblo oprimido en los países periféricos sin el goce del consumo honesto. Pero es más, Marx liga íntimamente la tecnología o las fuerzas productivas con el tema del reino de la libertad, la inmediatez absoluta, la utopía que mide toda utopía y juzga la eticidad de la vida:

> El reino de la libertad (*Reich der Freiheit*) sólo empieza allí donde termina el trabajo impuesto por la necesidad y por la coacción de fines externos. Queda pues conforme a la naturaleza de la cuestión,

[197] Véase mi obra *Filosofía de la producción* (a publicarse por la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco) y "Filosofía de la liberación y revolución en América latina", en *La Filosofía y las revoluciones sociales*, Grijalvo, México, 1978, pp. 33-35.

más allá (*jenseits*) de la esfera de la auténtica producción material. Así como el salvaje tiene que luchar con la naturaleza para satisfacer sus necesidades, para encontrar el sustento de su vida y reproducirla, el hombre civilizado tiene que hacer lo mismo, bajo todas las formas sociales y bajo todos los posibles (*moeglichen*) modos de producción[198].

La trascendentalidad del concepto de reino de la libertad queda clara, pero igualmente queda claro que se trata de una utopía transhistórica, "más allá" del reino de la necesidad, de la producción. Sería un horizonte de exterioridad objetiva, más allá de toda finalidad histórica; así como el trabajo vivo es el horizonte de exterioridad o trascendentalidad subjetiva, más acá de toda subjetividad intrasistémica, del asalariado —por ejemplo— en el capitalismo.

A medida que se desarrolla, desarrollándose con él sus necesidades, se extiende este reino de la necesidad natural, pero al mismo tiempo se extienden también las fuerzas productivas que satisfacen aquellas necesidades.

Es decir, la historia de la civilización despliega siempre nuevos horizontes, nuevas necesidades, las que aunque se satisfacen no superan radicalmente el reino de la negatividad, de la falta-de, de la necesidad.

La libertad, en este terreno, sólo puede consistir en que el hombre socializado, los productores asociados, regulen racionalmente este su intercambio de materias con la naturaleza, lo pongan bajo su control común en vez de dejarse dominar por él como por un poder ciego, y lo lleven a cabo con el menor gasto posible de fuerza y en las condiciones más adecuadas y más dignas de su naturaleza humana.

La tecnología, que *como capital* se vuelve contra el hombre como un "poder ciego", autónomo, brutal, debería primero ser rescatada de la subsunción que sufre como momento del sistema de valorización del capital, para poder ser un instrumento del trabajo del hombre a su servicio. El proceso de liberación es también liberación de la tecnología *para el hombre*. Sin embargo, Marx postula el reino de la libertad como un más allá absoluto, utopía que moviliza la historia sin poder realizarse dentro de ella. Su comunismo —no así el de los actuales socialismos reales que dependen mucho más de Engels que de Marx— es un horizonte práctico-crítico absoluto:

198 *El Capital* III, 48; t, III, FCE, p. 759 (p. 828). Las siguientes citas del texto corresponden a la misma página.

Pero, con todo ello, siempre (*immer*) seguirá siendo éste un reino de

> la necesidad. Más allá (*Jenseits*) de sus fronteras comienza el desarrollo de las fuerzas humanas (*Kraftentwicklung*) que se consideran como fin en sí, el auténtico reino de la libertad, que sin embargo sólo puede florecer tomando como base aquel reino de la necesidad. La condición fundamental para ello es la reducción de la jornada de trabajo...

Es decir, la libertad real sería una situación tal en la que el producto satisfaría las necesidades sin trabajo, con una jornada de 0 horas trabajo. El "maná" que recibía el pueblo en el desierto sin trabajo ni economía. La fiesta absoluta del pan inmediato: erótica sin esfuerzo, orgasmo sin postergación del deseo —como debería decirse en una posición antifreudiana—. Esa utopía comienza gracias a la tecnología, que aumenta la productividad del trabajo; es decir, posibilita disminuir el trabajo, pero no como desempleo (en el capitalismo que intenta acumular plustrabajo, plusvalor), sino en el tiempo *libre-para-ser*. La reducción de la jornada de trabajo, gracias a la tecnología para el hombre, es ya el comienzo de la utopía. Claro está que para ello es necesario superar el capitalismo que liga la tecnología a la sola valorización del capital y no a la realización de la humanidad Por ello la liberación del hombre exige la liberación de la tecnología como momento de capital. Al mismo tiempo enuncia el principio fundamental de toda *ética de la tecnología*. Para muchos la cuestión moral de la tecnología consistiría en cumplir con las exigencias de las patentes, darse a la ciencia como a una religión, no engañar al colega, etc. Pero la cuestión ética por excelencia del tecnólogo es la de *saber descubrir*, en primer lugar, la triste función de la tecnología como mediación de la extracción de plustrabajo, un modo de extraer sangre al trabajo vivo —trabajo vivo que es lo único absoluto en todo el análisis de Marx, como subjetividad, hemos dicho—. En segundo lugar, ética es práctica y objetivamente *liberar a la tecnología* del capital para servir al hombre, a las grandes mayorías, a los oprimidos, como clase que trabajando las máquinas es explotada por ellas como el "rostro" material del capital mismo.

Liberar a la tecnología para la humanidad a fin de permitir al hombre un trabajo, no para el capital, sino para sí mismo: ampliación de tiempo de re-creación, de reproducción de la vida, de expansión del espíritu, del arte, de tensión trascendental más allá de los límites del reino de la necesidad aspirando el reino de la libertad, como cantaba Schiller. De no liberar la técnica para el hombre, el hombre seguirá siendo inmolado al fetiche a través y por medio de su materialidad en la máquina, y así:

> Todo el trabajo excedente que pueda obtener el género humano mientras exista le corresponde al capital según sus leyes innatas. *Moloch*[199].

En vez de la fiesta alegre y justa del pueblo liberado, será la fiesta orgiástica en donde el ídolo se regodea con la sangre de sus explotados:

> El fetichismo del capital y la idea del Capital como un fetiche aparecen consumados aquí[200].

---

[199] *El Capital* III, 24, p. 378.
[200] Cfr. Nuestra obra *Filosofía de la Liberación*, “La fiesta” (Nr. 3. 4. 9, p.129).

ACLARACIONES A LA TRADUCCIÓN

Este *Cuaderno de apuntes* de Marx, por tratarse de extractos de lecturas realizados en la biblioteca del Museo Británico, no tienen suficiente corrección de estilo, ni tampoco una construcción gramatical acabada de sus enunciados. Muchas veces la frase no posee verbo, o le falta el artículo, o se habla de una función o acto y se le agrega, sin explicación alguna, el instrumento correspondiente. Esto hizo muy difícil la transcripción del *Cuaderno* original al alemán, pero igualmente su traducción al castellano. En ciertas ocasiones, el texto es casi inteligible y hay que recurrir a la interpretación.

A la cuestión propiamente gramatical de los apuntes, se debe agregar la complejidad de un texto que se refiere al estado de la tecnología en el siglo XVIII. Porque si es verdad que Marx está trabajando a mediados del siglo XIX, los autores que extracta se refieren al siglo anterior. Por esto, muchos instrumentos son de difícil comprensión y los mismos diccionarios tecnológicos actuales[1] no dejan constancia del significado de ciertos términos, instrumentos, acciones, etc. Hemos consultado a ingenieros y diseñadores industriales alemanes (que conocen el castellano), pero al fin nos han quedado algunas dificultades que no hemos podido vencer. En estos casos, una decena, hemos dejado la palabra en alemán con asteriscos, para indicar que no se encuentra traducción al castellano.

Debe indicarse que la palabra “Mühle”, muy usada en la época, significaría “molino”, pero no hemos podido en muchos casos evitar el traducirla por “máquina” —en un sentido más general—. De la misma manera “Kunst”, que significaba en la época “técnica”, la hemos traducido frecuentemente por “arte” para darle sabor de siglo XIX. Debido a la difícil comprensión de algunas construccio-

[1] En la traducción fueron usados los siguientes diccionarios: *Technisches Fachwörterbuch*, Herder, alemán-español; *Wirtschaftswörterbuch*, Econ Verlag, alemán-español; *Wörterbuch der Technik*, Verlag W. Girardet, alemán-español; *Wörterbuch der industriellen Technik*, Brandstetter-Verlag, alemán-español; *Wörterbuch der deutschen und spanischen Sprache*, Brandstetter-Verlag, alemán-español.

nes gramaticales en el texto, hemos decidido agregar algunas explicaciones en corchetes [] para facilitar la lectura de los extractos.

La numeración a la izquierda /1/, indica el número de la página (verso y reverso) del cuaderno de apuntes original de Marx. Su letra era muy pequeña, y usaba muchas abreviaciones que parecíanse en ciertos casos a una verdadera taquigrafía personal.

Debemos indicar que hemos cambiado el orden de los apuntes de Marx[2]. Hemos colocado en primer lugar los extractos sobre historia de la tecnología o de la matemática.

Pensamos que la traducción debería estar acompañada de anotaciones tecnológicas específicas, y esperamos que en el futuro pueda realizarse una edición con notas de historia de la tecnología, con lo que se enriquecería el texto que hoy presentamos.

E. D. P.

---

2 Las obras de Poppe, *La mecánica del siglo XVIII* ocupaba el primer lugar, ahora el séptimo; el *Manual de la tecnología* ocupaba el segundo lugar, ahora el cuarto; *La física especialmente aplicada a las artes*, *manufacturas y otros oficios útiles*, queda en el tercer lugar; la *Historia de la matemática* pasa del cuarto lugar al segundo; la *Historia de la tecnología* del quinto al primero; la obra de A. Ure del sexto al quinto, y la de J. Beckmann del séptimo al sexto. Se conserva al margen la numeración de las páginas del manuscrito original de Marx.

CUADERNO XVII, B56

EXTRACTOS TECNOLÓGICOS-HISTÓRICOS (LONDRES 1851)

/11/ *POPPE, (J. H. M.), HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA. 3 TOMOS. GÖTTINGEN, 1807-1811.*
PRIMER TOMO

PRIMERA SECCIÓN. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA.

Sólo las *mujeres* cumplían [al comienzo] los oficios artesanales. Era tarea de los varones la caza de animales y la guerra contra otros hombres. En el transcurso del tiempo los varones usaron el hacha para oficios específicos en sus lugares de origen. Las hermanas e hijas de Augusto tejieron los vestidos [del emperador]. En aquellos tiempos la *tejeduría*, el *bordado* y la *sastrería* eran oficios exclusivos de mujeres. Las mujeres [de las clases dominantes] se liberaron de estos menesteres al transferírselos a los esclavos. En las villas imperiales y en los conventos se construían talleres para los herreros, espaderos, trabajadores de la plata y del oro, torneros, carroceros, jaboneros, cerveceros, panaderos y zapateros y otros artesanos *siervos*. En Occidente los monjes se ocuparon de las artesanías. La regla de San Benito y otras reglas de órdenes religiosas, obligaban a los monjes a realizar ciertos trabajos artesanales. El arte de la pintura, de la escultura, del grabado en piedra, y otras artes llamadas *bellas* y *libres*, fueron todavía en ese tiempo tenidas en el mayor respeto; mientras que había decaído *la estimación por las auténticas artesanías*. En la *segunda mitad del siglo XI* se construyeron establecimientos para que los burgueses, los habitantes de castillos y ciudades, pudieran dedicarse a las artesanías, al comercio y a las ciencias. Las artesanías daban de esta manera *status* de libre al artesano. [Estos se organizaban en] gremios, asociaciones, corporaciones de artesanos, contramaestres o maestros con más experiencia, principales de asociaciones de artistas, maestros. El aprendiz, el oficial [se defendían también por los] estatutos de la asociación por los que los gremios se acreditaban. Cada asociación tenía su propio sello, costumbres, talleres, albergues, lugares de reunión, tiendas gremiales y su propia caja. No todos los artesanos se organizaban en gremios, y no en todos los lugares y al mismo tiempo se formaron asociaciones y se llegaron a acreditar. En 1156 en Augsburgo, después de [la promulgación] de los estatutos de la ciudad por el emperador Francisco I, solamente

Geschichte
der
Künste und Wissenschaften
seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Gesellschaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geschichte der Naturwissenschaften.
IV. Geschichte der Technologie

von
D. Johann Heinrich Moritz Poppe.

Erster Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1807.

los panaderos, cerveceros y carniceros pertenecían a un gremio. Los estatutos artesanales de Trier*, Goslar , Würzburg, Braunschweig, Frankenberg, Wittstock, etc. se derogan en el siglo XII, y parte en el siglo XIII. Alemania tenía en aquellos tiempos los mejores maestros artesanos. Luis XI de Francia organizó con Stephan Boileau en corporaciones a los artesanos, en el 1270. Federico I y II trataron por su parte de romper las relaciones con los exaltados artesanos [pero éstos] organizaron de todas maneras en muchos lugares nuevas corporaciones. La razón principal [de esta vitalidad] se manifestaba por la presencia numerosa de artesanos en las ciudades. Todos los esfuerzos de los príncipes por controlar a las organizaciones no lograron su objetivo. Cada vez gozaban de mayor importancia. Miembros de la nobleza empezaron a sustentarse gracias a la donación de alimentos que les enviaban los burgueses o por el casamiento de sus hijas con burgueses. Los artesanos no sólo pedían que se respetara parte de sus derechos en el reglamento de la ciudad, sino aún [exigían que se les diera] derecho en totalidad. *Florecieron los artesanos particularmente en los Países Bajos*. Los tejedores de lana ocuparon un lugar prominente. Los magistrados dieron a los gremios de los artesanos gran cantidad de atribuciones. [Muchos artesanos] se dirigieron a Brabant (Lovaina) motivados por persecusiones. También ahí hubo enfrentamientos. Muchos de ellos se dirigieron entonces a Inglaterra, donde contribuyeron a que la isla perfeccionara las artesanías de la lana y la manufactura de paños. Todo esto al finalizar el siglo XIII con Eduardo III. Una parte de los trabajadores de la lana también emigraron a Holanda, Seelandia, Frisia Occidental, Oberyssel. También estas regiones prosperaron mucho. En 1304 se produjo un combate naval entre holandeses y flamencos; los primeros vencieron. Los alemanes fundaron en Londres un hogar propio para su asociación; obtuvieron en 1257 privilegios importantes dados por Enrique III. Veintitrés años más tarde fueron confirmados por Eduardo I. Los reyes noruegos contrataron en el siglo XIII a muchos artesanos alemanes, que se situaron en las montañas, donde podían ejercer sus derechos, obtener mejores *metales* y donde las *artesanías del cuero* daban más resultado. Las disputas entre artesanos y autoridades atravesaron todo el *siglo XIV*. Los artesanos introdujeron en 1368 un reglamento gremial en Augsburgo, Rodolfo IV suspendió en 1364 en Viena todas las corporaciones y asociaciones de artesanos. El landgrave Enrique I de Hesse aprobó las corporaciones de Cassel en 1307. De esta manera las asociaciones de artesanos tenían sus altas y bajas,

*Donde Marx nació y vivió sus primeros años. N. del T.

pero siempre se reorganizaban de nuevo. Cada corporación artesanal
organizó hasta un grupo armado a su servicio. Los letrados y los em-
pleados del Estado formaron también asociaciones. A fines del siglo
XIV se ocasionaron muchos disturbios en Braunschweig, Lubeck,
Wismar, Rostock y Hamburgo en contra del magistrado y fueron ex-
/12/ pulsados dichos artesanos de la ciudad por varios años, además de
perder su reglamento. En 1416 la antigua forma de gobierno se res-
tableció nuevamente. En el siglo XIV se descubrieron e inventaron
muchos objetos. Se mejoraron en este siglo diversas artesanías de la
lana, oro, plata y otros metales. En el *siglo XV* no hubo aconteci-
mientos de importancia que modificaran la situación social de los
artesanos. En algunos lugares los artesanos al llegar a un municipio
promulgaban los reglamentos de sus corporaciones. En otros, los se-
ñores feudales cambiaban las antiguas reglamentaciones de los arte-
sanos y les daban una nueva, teniendo así que obedecer mas estre-
chamente a las autoridades. *Nuremberg* floreció en el siglo XV como
ninguna otra ciudad alemana. *En el* siglo *XVI* aumentaron en gran
número los artesanos y las artes. Los alemanes se caracterizaron es-
pecialmente por sus invenciones. Los *Países Bajos* estaban bajo el
poder de los españoles. (*Emigración*). Especialmente a Inglaterra.
En el *siglo XVII* y *XVIII* se organizaron auténticas *manufacturas y
fábricas*, particularmente en Inglaterra y Francia. Las manufacturas
y fábricas se organizaban cuando varios artesanos se reunían y
trabajaban juntos en *un* tipo de producción. *Manufactura* significa
que se usan directamente las manos, o que utilizan máquinas para
suplir la insuficiencia de la mano en la terminación de mercancías.
Fábrica significa que *se hace uso del fuego y del martillo*. Algunos
trabajos *no* se pueden hacer *de otra manera que en serie*, como por
ejemplo al fabricar porcelanas, vidrio, etc. A causa de ésto no eran ya
consideradas artesanías. Ya en el siglo XIII y XIV se hicieron algunos
trabajos en serie, como el de la lana. En Nuremberg se impone un
gusto por la miniatura, de una complicada fineza, en la confección
de todas las mercancías. Una característica particular de la situación
de los artesanos *nuremburgueses*, y hasta entre los mismos invento-
res de esa ciudad, era que podían alcanzar un cierto nivel social,
pero les era impedido después seguir ascendiendo socialmente.
Desde el origen de los gremios, los operarios estaban divididos en
aprendices jóvenes, operarios y contramaestres. Las asociaciones eran
[por su afiliación] cerradas o abiertas, de las cuales las primeras fue-
ron muy numerosas en Alemania... En el *siglo XVIII* muchos estu-
diosos desearon conocer mejor las artesanías, manufacturas y fábri-
cas... Algunos hicieron estudios especiales sobre el particular...
En primer lugar, en la Edad moderna, se relacionó la mecánica con

la física, la química, etc., y con [los trabajos] del artesano. Los

maestros transmitían las reglas y costumbres en los talleres a los operarios y aprendices y así se generaba por conservación una tradición. Las *costumbres* eran desconocidas por los no iniciados, por lo que encontraron dificultades los estudiosos... *Beckmann* llamó *tecnología* al conocimiento de las artesanías, manufacturas y fábricas, en 1772. "En la antigüedad todas las fábricas pertenecían al artesano; *al comerciante sólo se le atribuía la colocación de las artesanías en el mercado y su transporte*. En las manufacturas de telas y tejidos se cumplía estrictamente lo indicado. Los comerciantes comenzaron con el tiempo, en muchos lugares, a arrogarse la calidad de maestros y tomaron a operarios por una paga diaria..." Muchos artesanos se herían gravemente, a veces su consecuencia era aún la muerte, tal como sucedía a los mineros y metalúrgicos, etc.; otras veces corrían peligro debido a sustancias dañinas con las que trabajaban, como al extraer el vitriolo, alumbre, azufre, arsénico, mercurio para dorar, curtir el cuero, forjar el cobre, moler albayalde y yeso, etc. Antes de la segunda mitad del siglo XVIII el italiano *Ramazzini* efectuó una investigación de las enfermedades de los obreros y artesanos... La tecnología en su sentido estricto comenzó con *Reaumur* y *Shaw*. El primero dio cuenta [de sus estudios] a la Academia de Ciencias y ésta le permitió desarrollar todos sus planes, y lo apoyó con muchos investigadores experimentados. Véase su obra: "*Descriptions des Arts et des Metiers, faites ou approuvées par Messieurs de l´Academie Royale des Sciences. Avec figures en tailledouce*. Grossfolio, París, principios de 1761" (7-92)*.

SEGUNDA SECCIÓN. HISTORIA DESDE LOS INICIOS DE LA MECÁNICA HASTA FINES DEL SIGLO XVIII.

Primer capitulo. Productos alimenticios. Alimentación por frutas crudas. Costumbres agrestes.

Antes de Moisés *se molían los cereales*. En una vasija o mortero se vertían los cereales secos y se trituraban con una masa. Con el tiempo, se descubrió que el frotarlos era más provechoso que el - triturarlos. Por ésto se le dio a la masa un movimiento giratorio

---

*Marx indica a veces entre paréntesis las páginas respectivas de la obra que extracta. N. del T.

en el mortero. El mejor ejemplo es la manivela, que está ajustada al mango de la masa y que es movida en forma giratoria por la mano del hombre, idéntica a la de las moledoras de café. Así se inventaron los *molinos de mano*. Al principio las *esclavas* hacían el trabajo del molido. Más tarde los siervos. Durante el transcurso del trabajo se les colocaba un gran disco de madera alrededor del cuello para que no pudieran comer harina con la boca. Más tarde se hizo mucho más pesada la masa y en vez de adaptarle una manivela, se colocó una barra de tracción, que tiraban caballos, bueyes y también asnos. Estos animales, a los que se les tapaban los ojos, aplastaban los cereales al traccionar la masa en forma giratoria, ya que caminaban en círculo. *Se denominaban por ello caballos de molino*. (Molae jumentariae, asinariae), cuyos efectos eran superiores a los del molino a mano. [Con el tiempo] fueron perfeccionados los molinos de caballos. Se le dio a la masa una forma más conveniente que al principio rotaba en un recipiente más adecuado y tenía forma cónica. Después se colocó la masa en una *piedra cilíndrica*, más voluminosa y pesada, que giraba sobre otra piedra mayor, y que molía los cereales. Cada piedra tuvo un nombre, aquella se la denominó rotor; a ésta se la llamó *solera*. Los rotores cilíndricos tenían una abertura en su centro, por donde los cereales caían entre la piedra rotora y la solera, y así se los molía. El conocimiento de los *molinos de agua*, que vino del Asia, se realizó en tiempos de Nitrídato, Julio Cesar, Cicerón. Poco antes de Augusto se construyeron los primeros en Roma, en el Tíber. *Vitruvio* describió a uno de éstos. Ruedas y engranajes dentados, unidos por un eje, transmiten el movimiento de la rueda hidráulica a la muela del molino, la cual muele el cereal... Los molinos hidráulicos todavía no han desplazado hoy en día todos los molinos de mano y de caballos, mucho menos en los tiempos de los romanos, cuando eran usados en establecimientos muy bien instalados. A fines del siglo III no se usó más a los esclavos en los molinos de mano, y desde esta época se propagaron mucho los molinos hidráulicos y de caballos. *Molinos hidráulicos públicos* sólo aparecen a finales del siglo. En el *536* aparecen los primeros *molinos de barco** (Belisar). De Roma el molino hidráulico pasó a otras regiones. En Francia y Alemania ya aparecen en el siglo IV... No se pensó mucho al principio en la separación de las *vainas* o *salvado* de la *harina*. Después se pasaron los cereales molidos por un *tamiz de mano*. En ese entonces, desde tiempo atrás, se recolectaban los cereales en un recipiente especial o en una talega llamada cámara, después de

---

**Schiffsmühlen*. N. del T.

haber sido triturados por la muela del molino. Posteriormente se
pusieron tamices en dichas talegas y se les dio una colocación más
adecuada para que pudiesen ser movidos por una manivela. Así se
molió hasta *principios del siglo XVI*, cuando se inventó en Alemania
la auténtica *manufactura con bolsa*, en la cual se agita un tamiz,
con forma de bolsa, por medio del mismo molino. El invento de
manufactura con bolsa originó que se produjera un tejido, llamado
filtro de bolsas, que después fue fabricado en serie... La bolsa cerea-
lera fue inventada a fines del siglo XVIII. Oliver Evans de Filadelfia.
Los molineros americanos fueron los más adelantados en el arte de
afilar la muela del molino y en la técnica de moler lo más fino posi- /13/
ble la harina con la menor presión posible. En el siglo XVIII en Fran-
cia *mounture économique*... *Molinos de viento*. Posiblemente fue-
ron inventados por los alemanes en el siglo X o XI. En el siglo XII
se usó definitivamente el molino de viento. Hasta ese tiempo se le
uso muy raramente. Desde el siglo XVI *Holanda* se transformó en el
país de los molinos de viento. En aquella época los holandeses los
mejoraron notablemente. En Holanda se usaron las paletas de viento
para producir el movimiento de los *molinos elevadores*, con los cua-
les se extraía agua de los sótanos profundos... Mejoría producida:
instalación de frenos para poder disminuir la velocidad del molino
más rápidamente. Los *molinos de caballete*. Los llamados *molinos
de viento alemanes* se los conoció sólo a *mediados del siglo XVI*.
Violentas tempestades podían derribar dichos molinos con toda su
estructura. A mediados del siglo XVI un flamenco descubrió un mé-
todo por el cual no se podría derribarlos. El permitió que sólo el techo
del molino fuese movible, o sea que las paletas de viento se orien-
taban contra el viento y sólo el techo giraba, mientras que todo el
edificio se lo construía directamente sobre tierra. *Molinos de viento
holandeses*. Alemania y otros países copiaron su construcción en el
siglo XVI, ya que los molinos de caballete eran más baratos. Los mo-
linos de viento holandeses eran de *madera* con forma de cilindro trun-
cado y se construían en tierra; se trató de edificarlos sobre cimiento
de piedra, que muchas veces tuvo la forma de una torre; molino de
torre (103-137). (Los nobles en Alemania afirmaban que el viento
era su propiedad; pero los arzobispos se opusieron y explicaron
que era propiedad eclesiástica). El techo o casquete del molino
puede girar sobre cilindros (necesita cierta movilidad para poder
ponerse en la dirección contraria al viento) con ayuda de una palan-
ca que se elevaba gracias a un gato; se empujaba el eje por medio de
unos troncos corredizos que tenían un mecanismo que engranaba en
una corona dentada. Estas máquinas se las fabricaba en el siglo XVIII
para movimientos muy sencillos y con muchas ventajas. Las piezas

en general de *todos los tipos de molinos* fueron siempre susceptibles de ser mejoradas; hasta fines del siglo XVII no se les dio mucha importancia. Los molinos ganaron infinitamente [en progreso tecnológico] *en el siglo XVIII*, en parte por el mejor uso de la fuerza motriz; pero también por una mejor distribución de las piezas internas del mecanismo. Por ejemplo, las bolsas para moler, el mecanismo rotatorio: se inventaron nuevos tipos de molinos, nuevas piezas para molinos y nuevas teorías para su instalación. Frecuentemente acontecía en la construcción de molinos lo mismo que con todas las máquinas, que la teoría estaba en franca contradicción con la experiencia y que, también, frecuentemente era falsa. *Los molinos de mano comunes* tal como se usaron hace varios siglos todavía se utilizan hoy en grandes fincas, etc. Comúnmente tenían una *manivela* sobre la que se ejercía fuerza humana. No pocos de estos molinos estaban construídos de tal manera que entraban en movimiento gracias a la fuerza y tracción de *palancas oscilantes*. Pero esta fuerza del movimiento reaccionaba muy desigualmente. Este mecanismo se mejoró al usarse una *rueda volante*, haciendo que sus movimientos mantuvieran su acción con velocidad constante, aunque la fuerza disminuyese un poco. Fue recomendado ya en las obras de Faulhaber (1616 y 1625) y de Cous (1688). La rueda volante estaba colocada en el eje de la manivela: facilitaba el movimiento y lo hacía más uniforme. Las observaciones sobre los *movimientos rotatorios* de los molinos proporcionaron gran utilidad en cada uno de sus aspectos. No sólo se comprendieron mejor los movimientos de la rueda volante y las rotatorias, sino también y muy especialmente la muela del molino, ruedas hidráulicas, paletas y todas las piezas en general que se mueven en círculo... Se descubrieron los *molinos de campo*, *molinos de carro* o molinos de animales, que podían ser transportados de un lugar a otro sobre un carro. Se dice que fue descubierto por el italiano *Pompeo Targone* a fines del siglo XVI (para el servicio militar. Era ingeniero del Marqués Espínola). En el siglo XVIII se fabricaron molinos de campo más complicados, en los que los rotores funcionaban por sí solos cuando el carro avanzaba... Cuando el arte del molinero todavía estaba en su infancia sólo se usó la viga principal del molino, en donde se encuentra, por ejemplo, la rueda hidráulica o un rotor; por ello sólo se necesitó del movimiento de una marcha para moler la harina. También se descubrió la posibilidad de construír dos rotores, por lo cual se necesitaba el movimiento de dos marchas para moler harina por medio de la viga principal, sobre la que accionaba una rueda hidráulica. Sólo se instalaba a la viga principal una rueda dentada cilíndrica que engarzaba sus dos lados en los mecanismos de dos ejes paralelos a la viga principal. Se necesitaba además,

en cada uno de estos ejes, colocar una rueda con dientes planos y así cada rueda de dientes planos podía hacer funcionar su propio rotor, gracias a un mecanismo adosado verticalmente, y se accionaban de esta manera dos marchas para moler. Todo dependía de la masa de agua, porque dicha transmisión o contramarcha necesitaba de una fuerza de movimiento mayor. Se preocupaban poco en construír máquinas con baja fricción y que pudiesen funcionar con un mínimo posible de fuerza de movimiento. Se confiaba totalmente, y sólo, en la fuerza de movimiento [externa]; ésta tenía que vencer las resistencias que se le presentaban y superar todos los errores de la máquina. Hasta *fines del siglo XVII* no se dedicó ningún tipo de estudios *a las leyes de la fricción*. Sólo se untaban con grasa o aceite algunas piezas que se friccionaban ásperamente entre sí. Gracias a los conocimientos adecuados de las leyes de la fricción las ruedas, gorrones, etc., [mejoraron enormemente los molinos]. En el siglo XVIII las leyes de la fricción se aclararon algo. Se descubrió la forma *epicicloide* para los *dientes* del engranaje. La epicicloide es una línea curva trazada sobre los puntos del *perimetro* de un compás y que, por su parte, gira alrededor de otro compás de tal manera que su superficie quede siempre perpendicular con respecto al primer compás. Engranajes que redondean esta línea curva reciben siempre la misma velocidad periférica; no reciben descargas ni vibraciones; la fricción es mucho menor al engranar [adecuadamente], y a causa de ésto el movimiento es mucho más sencillo y perfecto... En los tiempos en que se construyeron los primeros molinos de agua no se preocupaba nadie de si era más provechoso dirigir el agua con más exactitud o construír las ruedas más eficazmente. Cuando se supo definir exactamente la fuerza del agua entonces esto fue posible. Se supo si una masa de agua dada era suficiente o no para el propósito requerido. Si se necesitaba una cierta cantidad o sólo la mitad. Las leyes del movimiento del agua fueron también de mucho provecho para las construcciones de molinos de agua de *Poleni*, *De motu aquae*, 1717. D' Alembert, *Traitè d'équilibre et du mouvement des fluides*, 1744. Bossut, *Traitè élémentaire d'Hydrodynamique*, 1775, etc. También Bernoulli, Euler, etc., [estudiaron] especialmente a fin de obtener resultados satisfactorios sobre la velocidad [de los objetos] y sobre obstáculos a su movimiento. Para la determinación cotidiana de la velocidad del agua se inventó un instrumento especial, el *reómetro**. Con *niveladores o con niveles de burbujas de aire* se determinó el desnivelo la inclinación del suelo, de un río, canal, arroyo

---

**Strommesser* N. del T.

y cosas parecidas. [Estos instrumentos] no fueron usados primeramente en la construcción de molinos. Sólo en el siglo XVIII se los construyó correctamente con la ayuda especial de *niveles de burbujas de aire o niveladores*. Los desniveles *artificiales* de los ríos se usaron especialmente cuando no eran demasiado anchos. El agua era lanzada con fuerza contra una rueda hidráulica por medio de un conducto angosto para que fluyera con mayor presión. [Era necesario] para ésto la instalación de *un canal*. En Alemania es usual lanzar el agua sobre la rueda por uno o varios canales con desnivel. En Francia los molineros usaban dos niveles en forma horizontal, que no es la forma natural que tiene un *canal*, [y se usaba la fuerza de la caída] vertical, del nivel superior al inferior. A *mediados del siglo XVIII* se conocieron las leyes específicas *de los canales*. Después, se descubrió que los canales debían ser construidos según una *parábola* para el mejor uso de las ruedas hidráulicas altas y medianas. Newton, Mariotte, J. y D. Bernoulli, d'Alembert, Euler, etc., desarrollaron con ayuda de sus estudios las leyes de la *resistencia o tracción del agua*. Después muchos ensayos se ocuparon en formular una ley general, con la cual se pudiese determinar la fuerza de tracción
/14/ [del agua]. La hidráulica e hidrotécnica se enriqueció en general con muchos descubrimientos en el siglo XVIII, en su mayoría muy provechosos para el oficio del molinero, aunque [dichos avances se produjeron] muy lentamente. Especialmente en Alemania se continuó el desarrollo teórico. Las ruedas hidráulicas fueron estudiadas minuciosamente, hasta llegarse a una teoría adecuada con la que se pudieron construir las indicadas ruedas ya más perfeccionadas. *Parent, Pitot, Cassino y de la Hire, Martin, du Bost, Waring* (inglés), Ph. *Williams*, *Deparcieux*, *Lambert*, etc.). La teoría de las ruedas hidráulicas era muy compleja; se especuló demasiado en ellas pero los molineros le dieron poca importancia. En el nivel técnico el siglo XIX fue más teórico que práctico. En la última mitad del siglo XVIII el descubrimiento del inglés *Barker: Molino de agua sin ruedas ni Trilling*. Este molino de agua es una aplicación de la llamada *máquina de tracción o rueda hidráulica de Segner*. Se trata de un cilindro que en su parte superior está abierto y se mueve lentamente sobre su eje. Cerca del suelo se colocan numerosos caños rectos y en posición horizontal, en donde se inyecta agua que es impulsada por la rueda hidráulica. Estos caños tienen que estar cerrados en un extremo, pero en sus lados, cerca de sus extremos, tienen una abertura, por la cual el agua puede fluir horizontalmente. Si sale agua de las aberturas de los lados, el cilindro gira en dirección contraria, sobre su eje. El agua presiona sobre los lados de los tubos con una fuerza constante. En los lugares en los que se encuentran las aberturas el

agua no encuentra resistencia y puede fluir libremente. En los restantes lugares aumenta la presión sobre las paredes; y como esta presión no es neutralizada por otra presión contraria, mueve los tubos hacia este lado y así el cilindro gira. Barker unió el eje de la máquina con los rotores del molino, y así se construyó un molino para cereales. Kempele invirtió los cilindros e introdujo, en vez de agua, vapor de agua en los tubos; con la descarga de estos vapores también se producía un movimiento giratorio. Así se convirtió un molino de agua sin rueda ni Trilling en un *molino a vapor* sin rueda ni Trilling... Durante el siglo XVIII se escribió mucho sobre la teoría de las aspas de molino. Pero esta teoría todavía no fue llevada a la práctica. El cálculo no ayudó mucho a su realización... anemómetro o medidor de viento... Los *molinos impulsados por máquinas a vapor*. Se trataron de construir primero en Inglaterra. Así se creó en Londres el llamado *molino de Alboin*, que tuvo 20 marchas para moler cereales y funcionaba con ayuda de dos máquinas a vapor. El 2 de marzo de 1791 se quemó. En el siglo XVIII eran todavía muy raros. Hasta en Alemania, en las primeras decenas del siglo XIX, todavía no se instalaban... En *Virginia*, cerca del río Occaquam, *Thomas Ellikot* construyó un molino de agua, que era una rareza por su mecanismo muy complejo. Realizaba todos los trabajos para moler por sí solo los cereales, casi sin ayuda humana. Tenía tres ruedas hidráulicas y seis marchas para moler. Ninguna persona necesita llevar el cereal por las escaleras para arrojarlo en el casco; el mecanismo del molino lo transporta hasta su lugar por medio del movimiento de una *hélice, según el principio de Arquímedes*, que se atornillaba horizontalmente y en una especie de caja, que se elevaba verticalmente a lo alto y lo llevaba después atravesando el casco a las muelas. Antes de almacenarlo era limpiado por una máquina especial. La máquina por sí sola transporta la harina, después de enfriarla, al lugar donde se encuentran los barriles de harina y la vierte mecánicamente en dichos barriles de harina... El emperador Federico I construyó en 1159 para los molinos de agua una caída artificial. Sólo algunos ríos no navegables fueron excluidos por un tiempo de este procedimiento. Pero también éstos fueron utilizados en el siglo XIV. Se construyeron caídas produciéndolas artificialmente según fuera él nivel del río... En el siglo XI fue dispuesto que el soberano exigiera a sus súbditos que sólo se pudiera moler cereales en los molinos del soberano mediante una contribución fija. *Molino de invierno o circulación forzada*... En la primera mitad del siglo XVIII los holandeses también realizan estudios prácticos útiles para el arte de la construcción de molinos (137-194). Para separar las espigas de los cereales y librarlos de las cáscaras de los granos y otras impurezas, se había

usado desde antiguo el *trillo*. Los fenicios usaron la trilladora; *el trillo de trineo y de coche*. Ambas máquinas se mueven sobre los cereales y separan las semillas de las espigas... El noble curlandés de *Ambotten de Padern* inventó en 1670 una trilladora, que fabricó él mismo, que desgranaba las semillas bastante eficazmente. Una máquina parecida impulsada por agua, fue inventada en 1700 por Erzen de Hameln. *La máquina limpiadora de impurezas de los cereales o el molino cribador* funcionan de manera parecida a las trilladoras. El método más antiguo, sencillo y que dominó casi ininterrumpidamente, fue el de *arrojar* y *cribar* las semillas desgranadas. En la primera mitad del siglo XVIII *Knopper* conocía en Francia una máquina limpiadora de impurezas de los cereales. Bessre [la menciona igualmente], poco después de la mitad del siglo XVIII, [lo mismo que] tres suecos, Claes Eliander, Swen Ljungquist y C. J. Cronstedt. Pero todavía no se estaba satisfecho. Se hicieron muchos experimentos... *Molinos de papas. Molinos de mijo, Trilladora de guisantes*. Máquina para aplastar legumbres. *Molino para triturar sémola. Molino para perlar cebada*. En Holanda existió un gran número de molinos para perlar cebada. Sólo en la Edad moderna disminuyeron los trabajos en la preparación de la cebada en Holanda (194-211).

La *leche* es uno de los productos alimenticios más antiguos. La *nata* y *la crema* fueron separadas, con el tiempo, de las demás partes de la leche y se las batía, con lo que las partes acuosas se separaban de las grasas y así se obtenía la *manteca. Batir leche o crema para fabricar manteca*. Para ésto sólo se necesita un recipiente que contenga la nata, y en el recipiente se realiza una instalación que sea capaz de transmitir un movimiento exterior. *Barril para manteca*. Un instrumento confeccionado de madera normalmente es abajo angosto [ancho]*, pero arriba ancho [angosto]* y al producir manteca se lo coloca parado y se la cierra arriba con una tapa de madera que contiene una perforación redonda en el medio, por la que pasa el émbolo o vara. Un disco de madera provisto de diferentes agujeros, que cabe en el barril para manteca, es sujetado en el medio por el émbolo. Si una persona mueve el émbolo hacia arriba y abajo se mueve también hacia arriba y abajo el disco en el barril cerrado; al batir continuamente la nata que se encuentra en el barril, se separa la manteca del llamado suero y de las partes caceicas que se encuentran entre éstos. Los *escitas* fueron probablemente el primer pueblo que produjo buena manteca con leche de caballo. El uso económico fue el mismo en la mayoría de los pueblos, que en vez de aceite la usaron para

*Corrección necesaria. N. del T.

engrasar y aceitar lámparas. Ni los griegos ni los romanos la usaron para aceitar las comidas, sino que consumían el aceite [puro]. Lo último prevaleció en las regiones más calurosas. En los primeros siglos del cristianismo... [se] usó poco la manteca. Esta tampoco era tan pura, espesa y sólida como se la obtuvo más tarde. Los *Smër*, por ejemplo *cuosmeros*, todavía la usaban y la denominaban como habitualmente se hacía entre los teutones hasta el siglo IX. En Suecia todavía se usa la palabra *Smör*. Desde el *siglo XII* se la fabricó más cuidadosamente en los países nórdicos. Por medio del barril de manteca tardaba mucho tiempo la preparación de una cierta cantidad de manteca. Cada barril de manteca tiene un émbolo que es movido por una persona. Cada persona hace la manteca con diferente velocidad. Pero de todas maneras había una técnica imperante. Las *mantequeras o batidoras de manteca* se instalaron por primera vez en Alemania a mediados del siglo XVIII. En la segunda mitad del siglo XVIII hubo diferentes tipos de mantequeras. (*Medidor de leche* galactómetro) de Cadet de Vaux (212-220).

Aceites. El proceso con el que se obtienen [aceites] de semillas y frutas depende a veces sólo de la forma en que se *exprimen*, pero aún más de la técnica del *apisonar* y el *moler* la semilla o fruta. Los griegos y los romanos apreciaban el *olivo*. Donde no se encontraba éste, plantaban *sésamo* o extraían el aceite de *nueces* y de las semillas del *árbol terebintáceo*. Ya los antiguos obtenían aceite al exprimir con una *prensa de aceite o máquina prensadora*. (Trapeto). Los productores más distinguidos de las manufacturas de aceite estaban en Nápoles. En 1768 Domenico Grimaldi... introdujo prensas genovesas muy efectivas... Molinos apisonadores de aceite. [Hubo] muchos molinos de aceite en Holanda. Sólo en el siglo XVIII se usaron otras semillas, etc., para varios tipos de aceite. La limpieza de impurezas [se llevó a cabo] especialmente en la época moderna reciente con ayuda de ácido sulfúrico y ácido nítrico, etc., (221-236). /15/

Instrumentos de lana, instrumentos para medias de algodón, y medias de seda, lienzo, etc.

Segundo capítulo. Vestidos.

El hombre primitivo no necesitaba vestidos. Con el crecimiento de la población tuvieron que emigrar a lugares con rudos climas. Primer tipo de vestido: *el cuero desollado de los animales*. Esta era una vestimenta rústica, hasta que se descubrió el arte del curtir, y

así se inició la preparación de las pieles. En el verano, en los climas templados no se podían llevar sin molestia estos vestidos, pero hubo de todas maneras necesidad de cubrirse. Primero se pensó en entrelazar el pelaje cortado o arrancado de animales, o pieles de animales, para que formara un todo coherente a lo largo y ancho, que podía ser usado por el hombre como vestido... *Fieltrar*. Después vino el descubrimiento del *hilado* de pelaje; en vez de entrelazarlos desordenadamente se fabricaba un sólo hilo ordenado, y con éste se realizaba un entrelazamiento ordenado en direcciones determinadas. Por la técnica del *tejido* se pudo confeccionar una tela con largo y ancho determinados. Los antiguos sabían también que en el reino vegetal se encontraban algunas sustancias fibrosas que semejaban o que podían ser acondicionadas como pelaje parecido al de algunos animales. Por ésto se trabajaron las crines vegetales como pelaje de animales.

1) *Telas de lana.* Entre todos los pelajes de los animales y hasta los tiempos recientes, el de las *ovejas* es el más usado para la confección de telas. El origen [de las ovejas] parece que se encuentra en *África*. Cuando las ovejas emigraron a regiones más frías, más se alargaba su pelaje y este fenómeno dio comienzo a la explotación de la lana propiamente dicha. Transcurrieron muchos siglos hasta que estos animales se encontraron en los países nórdicos. Las poblaciones nórdicas se cubrieron todavía por mucho tiempo con pieles rústicas, cuando los meridionales ya vestían tejidos de lana, algodón y lienzo. La *tejeduría* y la *hilandería* no necesitaban de un gran esfuerzo. Los antiguos hebreos dejaban esta tarea a las mujeres. También los griegos y romanos. Hasta [la realizaban] las damas más nobles. *Según los Capitularios de Carlomagno, en 789, producir vestidos y bordar era tarea de esclavos femeninos*. Antes del siglo X, las manufacturas de lana de *Alemania* eran las más conocidas; vivero neerlandés de manufacturas; por ello *Arnaldo*, padre del conde Balduino III de Flandes, trajo a sus estados tejedores alemanes. Junto a las manufacturas *neerlandesas* de lana también las *italianas* fueron muy cotizadas. Las manufacturas de *Florencia, Milán, Génova y Nápoles* eran las más distinguidas. Desde 1240 las manufacturas de Florencia fueron tan codiciadas que se compraban en todos los países de Europa. Tambien Inglaterra compraba los paños y telas finas de lana de las provincias italianas. La gloria de los italianos en la confección de telas de lana duró varios siglos. Las fábricas de tela de *Gante* ya florecían a mitad del siglo XII. Desde principios del siglo XIII *Rissel* desarrolló sus manufacturas de lana. Las telas *inglesas*, desde el decreto de Ricardo I (1107) en 1197, se bordaban más anchas que las

neerlandesas, por lo que muchas veces fueron preferidas. Especialmente perjudicaron a las *manufacturas de Flandes y Brabante, que habían decaído, el desorden en el siglo XIV*; ésto se produjo porque las autoridades impusieron impuestos demasiado altos a los trabajadores y comerciantes, y como consecuencia hubo frecuentes emigraciones de trabajadores, especialmente a Inglaterra. Las manufacturas inglesas crecieron, deteniéndose el consumo de las telas neerlandesas de manera notoria. Los neerlandeses decretaron varias veces en la Liga hansiática la prohibición de la importación de las telas inglesas. Los ingleses respondieron a tal decisión con la prohibición de importación de todos los productos neerlandeses, hasta que se estableció un nuevo tratado comercial en 1467, fecha en que se levantaron ambas medidas. El *1565* fue nuevamente un periodo triste para los artículos de lana de los neerlandeses. La inquisición española. Los tejedores huyeron a Alemania, Inglaterra, Francia, Suecia (cerca de cien mil). [Esta medida] nuevamente ayudó mucho a las manufacturas inglesas. *España* creó numerosas manufacturas de lana excepcionales que con el tiempo desaparecieron casi por completo. *Inglaterra. Francia*. Las manufacturas de lana de *Suiza*, especialmente las de *Zürich*, pertenecen a las más antiguas en Europa. La mejor producción del siglo XIII se realizaba en Florencia. *Alemania. Los bordadores de telas y cardadores de paños no podian confeccionar sus telas a su arbitrio; desde el siglo XIII entró* [*la reglamentación*] *a Alemania igual que a Inglaterra*; en Inglaterra eran sometidas a un *tribunal de muestras*. Las telas, que eran controladas y medidas por policías especiales, también se sellaban. Dichas medidas fueron tomadas para garantizar su puesta en el mercado. Para confeccionar con lana un *tejido*, [primeramente], se transformaba en hilos ordenados, *hilados*. Dichos hilos eran anudados entre sí paralelamente en la dirección requerida, y se iban tejiendo con otros hilos y así se efectuaba un tejido completo. Los antiguos transformaban la lana esquilada en hilos utilizables. En primer lugar se limpia la lana de todas las impurezas y del polvo. Al final se *carmena* y *zausen** o se selecciona y azota, después se lava con aceite de resina o se engrasa con manteca, para hacerla más flexible, y por último se la *peina* o *carda* (este acto también se llama almohazar, cepillar, etc.). Al *lavar la lana* los antiguos tomaban una especie de jabón vegetal (*struthium*) como ayuda. *Flacken** o azotaban la lana para *cardar con más facilidad los hilos*; era algo sencillo ya conocido por los antiguos. Por ésto se produjeron *hilanderas de lana privadas*. Las había en Nuremberg en el siglo XIII. A principios del siglo XVIII se indus-

---

*Sin traducción. N. del T.

trializó la lana, es decir, se la *cardaba* con una máquina apropiada,

el *cardador*. Esta máquina se mejoró en Inglaterra en los tiempos modernos. (Giggingmills, Towingmills, *Machines for twiching wool*)**. *Peine*, *cardadora*, etc., son instrumentos con gancho metálico para abrir, separar y enderezar los hilos pequeños, que ya eran conocidos por Plinio. Dichas cardadoras fueron mejoradas de manera muy diferente, al aumentarse el número de sus engranajes, etc. Entretanto se perdía siempre considerable tiempo o se necesitaba mucha gente para separar o cardar gran cantidad de manufacturas de lana. Se sirvieron de dichos instrumentos sencillos hasta después de la mitad del siglo XVIII. En 1775 se usó por primera vez la *cardadora o carda* (*scribbing mills*, *carding engines*)**. Se movían con ruedas hidráulicas o con vapor *R. Arkwright* destruyó el medio de vida [de muchos]. Con este descubrimiento 50,000 personas, que hasta ese entonces habían vivido de cardar lana, protestaron en el Parlamento contra él. La máquina efectuaba su trabajo diario con mucha mayor velocidad y por precios mucho más económicos. Normalmente las cardas están compuestas por varios cilindros con peines, los que siempre se encuentran en pares de 2 a 2, cuyos peines engranan y trabajan simultáneamente. Especialmente en los últimos catorce años las cardas de los ingleses mejoraron notoriamente, con Hughes, Cartwright, Wright y Hawksley. Los antiguos conocían el arte de anudar los hilos de lana cardada, transformando el *hilado* en *estambre*. Utilizaban para ello el *huso*; que hoy es todavía muy usado. Los *tomos para hilar* fueron descubiertos en los tiempos modernos. A los primeros *tornos para hilar* se les construyeron *ruedas de mano*, ruedas grandes, que eran puestas en movimiento por la mano derecha del hombre, mientras la izquierda tiraba del hilo. En *1530* Jürgens de Watenmüttel descubrió en una aldea cercana a Brunswick, la *rueda de pedal*, que hoy en día es usada entre la mayoría de los habitantes para hilar lino, y se encuentra en casi todas las casas. En Alemania también se inventó *un torno para hilar doble*, o torno de hilar con dos carretes, sobre el que se hilan dos hilos al mismo tiempo. Antes, se trató de que *una* persona con gran práctica, pudiese hilar con dos tornos de hilar a la vez. Se lograba, pero el pedaleo era un trabajo muy pesado. A mediados del siglo XVIII aparecieron los tornos para hilar que devanan, doblan y retuercen al mismo tiempo... *Máquina hiladora* o *molino hilado*. Es una máquina que se pone en movimiento con una manivela impulsada a mano, o con ruedas hidráulicas o con una máquina de vapor que puede hilar al mismo tiempo 60, 100 ó más hilos muy finos y de la misma clase, y hasta puede funcionar con la misma fuerza

**En inglés en el texto. N. del T.

de la cardadora o carda. En el primer cuarto del siglo XVIII ya se conocía la máquina hiladora, pero sólo se utilizaba para la lana de

ovejas. Se piensa [que fue usada] por *primera vez en Italia*. *Arkwright* [descubrió la máquina] para el algodón en 1775. [Hubo] dificultades para la importación de esta máquina en Inglaterra desde principios del Siglo XVIII, al igual en Francia, y sólo después del descubrimiento de Arkwright fue superada [la crisis] en las manufacturas de algodón y lana. Unas básculas inventadas hacia algunos años, sirvieron para medir la finura del hilado. Por los ingleses Ludlam y Whitfield... *Para la clasificación del tejido en troquillones, hilados o piezas se inventaron las devanaderas o aspas*. Primero se conocieron las devanaderas a mano. Después algunos tipos mecánicos como la devanadera de ruptura brusca, la devanadera rápida y la devanadera contadora. Especies más sofisticadas se inventaron en el siglo XVIII en relación a los tornos de hilar. Hasta se inventaron devanaderas que mostraban el número de los tejidos e hilos en una cifra digital...

Para *transformar el tejido* en tela se necesitaba de un *telar*. Se supone que se originó entre los egipcios. Al principio era mucho más sencillo que el actual. El trabajo se realizaba más lentamente. Los *hilos colocados paralelamente*, entre los cuales / se entrecruzar continuamente /16/
otro hilo (trama o embalaje), se ordenan en forma vertical u horizontal en el telar. En el primer caso, el telar es de *lizos bajos* (*basse-lisse*); en el otro, de lizos altos (*haute-lisse*). En Europa casi todos los tejidos, las telas y paños son hilados en telares de lizos bajos; por el contrario los indios y americanos, al igual que los islandeses, efectuan sus tejidos en telares de lizos altos. Goguet y otros afirmaban que los antiguos siempre habían colocado el cuadro verticalmente, y como consecuencia tejían parados en telares de lizos altos. Este telar era muy sencillo; en la mañana era montado y por la noche era desarmado. El trabajo era muy lento, pero el tejido excelente. Los telares con lizos altos funcionaban mejor con telas y paños de lana que con los de lienzo y algodón. En los tiempos modernos se añadieron al telar muchas piezas; además, los más antiguos fueron perfeccionados. Los *paños* (los tejidos más gruesos, lanosos y afieltrados) son generalmente más anchos que la *tela* (tejidos más livianos, finos, lisos y no afieltrados). El telar, por último, también pudo ser más angosto. El inglés *Kay* descubrió en 1737 la forma de tejer los paños más anchos, sin pérdida de tiempo, y con sólo una persona. Pero el tejido era muy irregular. Los ingleses *Hall* y *Clulow* modificaron hace pocos años al telar de tal forma, que se pudiesen tejer telas redondas y hasta cilíndricas (en forma de saco o manga); sus telares eran silenciosos... *Máquinas tejedoras*. En realidad son muy parecidas aun telar normal, o, más bien, consta

de muchos telares que funcionan al mismo tiempo. En realidad, tan sólo tienen mejores piezas para mover los peines o lizos, para tirar la lanzadera y para golpear el peine. Los cambios de la *lanzadera*,

con la que se tira el hilo de la trama por la cadena, no tuvieron gran importancia desde tiempos antiguos. La forma de este instrumento ha sido la misma. Holanda vendía las mejores lanzaderas. La lanzadera contiene dentro de sí el carrete de cheviot que tiene un husillo o “alma”, sobre la cual gira fácilmente. Con los romanos nunca encontramos que haya referencia a *varas*, y entre las mercancías nunca se habla de *paños*, sino que sólo se trata de *vestidos*. Se tejía un *vestido*, una *toga*, pero no un pedazo de tela que después pudiese coro tarse al arbitrio del sastre. *Probablemente los tejedores tejían la toga completamente*. *Algunos sastres o costureras sólo trabajaban para mejorar los vestidos*. Los antiguos ya confeccionaban paños de lana lisa y áspera, también bordaban figuras de colores, de oro o plata. Pero sólo en los siglos XI, XII y XIII se conocieron las *manufacturas de lana*, y con ellas nuevos y diferentes paños. La lana fue trabajada con más exactitud; la *gruesa separada de la más fina*, *mezclada con otros pelos*, *también con seda*, *lino o algodón*. El hilado y el tejido eran a veces más tensos, otras más flojos, lisos o ásperos, etc. “Rasche”, frisa, franela, cachemira, peluche, manchester, etc. Algunos tejidos flojos, crespón, etc. Telas flameadas y lineadas, estampado con flores o coloreado, paños rústicos o bronceados, *se mejoraron las telas y paños al abatanar*, *tundir o cardar*. Con el *bataneo* las telas se tornan más puras, densas y resistentes. El tejido de *Fullonen* romano se confeccionaba tomando las telas llegadas del telar, limpiándolas, abatanándolas, planchándolas y apretándolas [para el uso]. Los antiguos Fullonen se abatanaban con los pies, como todavía lo hacen los islandeses. Con el descubrimiento de la *máquina de abatanar* se separó la acción de la limpieza de las telas de las demás preparaciones, como el planchado y el cardado. *A fines del siglo X existían máquinas abatanadoras*. Augsburgo fabricó la *primera antes de 1389*. Las máquinas abatanadoras son *o máquinas apisonadoras o mecanismos de golpeo*. Las primeras se mueven con el cigüeñal de una rueda hidráulica apisonadora pesada; con la otra [máquina se mueven] pesados martillos que apisonan la tela colocada en fosas. El jabón y la orina son substancias que auxilian el abatanar, igual que la tierra de batán, a fin de que desaparezcan los restos de cola y grasa que se encuentran en la tela. También [son útiles] los excrementos calientes de las ovejas y los cerdos. Después [se procedía a una] minuciosa limpieza de las telas abatanadas, poniéndolas en agua pura. [Los que producían] los *Fullonen* romanos conocían mucho del *planchado y plegado* (pulir), pero no tanto como posteriormente. Parece que no

tenían experiencia alguna del *tundido*. Después de abatanar los Fullonen, aflojaban las fibras de lana, en parte con la piel de los puercoespines y en parte con la fruta de plantas con cardo (cardar).
El tejido era entonces cubierto por un tipo de fieltro. Se acomo-

daban los pelos a lo largo, [y se hilaba] *una* cuerda, para que tuviera mejor presentación. Este era el único preparado que realizaban los antiguos tejedores. El *descubrimiento del tundir*, *prensar y cardar* fue tan complicado, que sólo los *tejedores* y las personas que tundían como especialistas podían realizar este trabajo, de ahí que en los tiempos del renacimiento de las ciencias fueran considerados como los artesanos más reputados. En las manufacturas de telas de Inglaterra se instalaron *máquinas cardadoras* y los que tundían ya no necesitaban cardar ni tundir a mano. En 1758 *Evert* descubrió el primer molino que tundía impulsado por agua. Cien mil personas que quedaron sin trabajo quemaron este molino. En 1759 el Estado le dio una indemnización y construyó su máquina más perfeccionada que tundía aún mejor.
Más tarde se inventaron otros tipos de máquinas que tundían telas. Normalmente las mujeres realizaban los trabajos de *Roppen**, *remendar* y desfibrar las partes anudadas y mejorar las partes deterioradas. Al *prensarse* artificialmente las telas son extraordinariamente codiciadas. Este procedimiento del cardado solamente se hizo presente en el siglo XVI... En vez de la prensa de la *limpieza en tambor* en Inglaterra apareció la *calandria* o *volante*, especialmente en la última mitad del siglo XVIII. *Cariar* significa: encoger los hilos de los paños con calor, humedad y afieltrarlos a todos los sectores de igual manera. El arte de estampar muchos colores en paños de lana exigía poseer amplias instalaciones mecánicas. Los ingleses descubrieron el estampado de paños de lana... Desde antiguo se usaba el *pelo de camello* para tejer paños. *Pelo de cabra de* A*ngora*. Shawls... es el arte de hacer impermeables a los paños de lana… La máquina que tiene que *plegar* las telas y paños terminados ya era muy antigua. En los últimos tiempos ha sido muy mejorada por los ingleses. *Máquina de embalaje... Tejeduría de alfombras y tapetes*. El arte de hacer alfombras es antiquísimo. Tiene su origen en el Oriente. Especialmente entre los babilonios. La tejeduría oriental se trasplantó primero a Francia. Había tejedores moros en el reino de Carlos Martell. En 1667 aparecen los gobelinos. Los franceses lo trasplantaron a Bruselas y a otros lugares de Brabante... En el siglo XVI hubo clases, escritas y ordenadas, sobre la confección de telas y paños de lana (236-308).

---

*Sin traducción al castellano. N. del T.

101

2) *Materiales de algodón.* Fue fácil descubrir que el algodón no necesitaba una preparación tan delicada como la lana animal... Los paños de algodón son muy antiguos. Más antiguos que los de lino, porque en su preparación este último necesita ser hilado, operación complicada, y otros trabajos muy variados, y, además, porque

las primeras tejedurías existieron en donde se producía algodón... Los paños de algodón más usados eran los de *cotón* o *calicó*. El tejido proviene de la India. Gracias a los portugueses la producción de la India se conoció en Europa. Los *holandeses* fueron los primeros que se apoderaron de las operaciones textiles de cotón y lograron expulsar a los portugueses de la mayoría de sus posesiones en la India. A fines del siglo XVII hubo en Holanda *manufacturas de cotón*. En realidad sólo eran *estampados de cotón*; se estampaban los cotones traídos de India. Con el tiempo se producían con igual calidad que en la misma India. Después de algún tiempo en Holanda, después en Suiza, en Hamburgo, Bremen, Augsburgo, Austria, Sajonia, Lusacia, etc., también se extendió el tejido de cotón... *Prensa para estampar*, *máquina para imprimir cotón... Musselín… Fustán o Parchent* se tejen frecuentemente mitad en algodón y mitad en lienzos (para sobrecamas, forrar vestidos, etc.). La fusteína es un material muy resistente... Manchester, Piqué, Nankins... Algunos de los requisitos principales en la manufactura del algodón son: hilado delgado, buen blanqueo, buenos diseños, al igual que colores agradables y duraderos. Limpieza fácil de éstos. La operación de la *separación* de las fibras de algodón es todo un arte. Los indios y griegos las doblaban o separaban con un arco para varear la lana, igual que los sombrereros con sus pelos. Cuando Arkwright descubrió su máquina cardadora... los peines y las cardas sencillas no se usaron más, y fueron dejadas de lado en números impresionantes hacia mediados del siglo XVIII. En el mundo antiguo, el *huso* fue el único instrumento para hilar. Todavía hoy florece su uso en el hilado fino en el Oriente... En 1775 Arkwright patentó su máquina para hilar.
/17/ Murió en 1792... La *alisadora* limpia perfectamente la / lana cardada. *La máquina preparadora de mecha* (*Rovingmills*), recibía los hilos. les daba forma de gruesas cuerdas cilíndricas (*Rovings*) y los devolvía. El hilado lo realiza hoy la *bobinadora de urdimbre*, que consta de muchas bobinas que reciben los Rovings y los retuercen. El hilado más resistente que produce la bobinadora de urdimbre es el *hilado de agua* (*water twist*), que se retorcía menos que el hilado de selfactina (*mill twist*). La bobinadora de urdimbre misma, que había inventado [Arkwright], la llamó máquina intermitente de hilar*. Poco

***Mulmaschine*. N. del T.

después se construyó una máquina especial para la *trama del hilado* (*west*), y la máquina antigua sólo tenía que hilar *hilos en serie*. La nueva máquina se llamó *Jenny*. Por fin se juntaron la Mula** y la Jenny en una tercera máquina, que sólo tensaba el hilo de selfactina y que también tejía la trama. Toda la máquina, de la máquina cardadora hasta la bobinadora de urdimbre, funcionaba con una

máquina a vapor... En los cantones suizos, después del invento de la máquina de hilar inglesa, muchos miles de personas que vivían del tejido del algodón para las manufacturas de muselina, quedaron sin trabajo. El hilado del país no podía ser producido a los precios y con la calidad inglesa. En las manufacturas hubo también que instalar máquinas de hilar. Pronto hubo progresos técnicos... Con el tiempo se aprendió que para diferentes tipos de tejidos no era apropiado sólo un tipo de algodón. Algunos algodones eran más finos, otros más gruesos, claros, oscuros, cortos, largos, etc., y estas propiedades también las adquiría el tejido al ser hilado... El *telar* para algodón podía ser todavía más sencillo que el construido para la lana. En sus piezas más importantes tampoco hubo cambios. *Lavadora y secadora*... Lana de plantas de seda sirias. En el siglo XVIII se hicieron muchos experimentos con la producción de lana del país para remplazar al algodón. En la *segunda mitad* del siglo XVIII se pensó producir tejidos de *lienzos* y *estopas*, un material parecido al algodón, e hilarlos y tejerlos como a éste. Estas experiencias se efectuaron en Sajonia y Silesia (310-363).

3) *Telas de lino*. La tela de lino es muy antigua. El lino llegó en el tiempo de los emperadores a los romanos; poco después se conocieron también los vestidos [de lino]... Los antiguos sabían preparar perfectamente el lino; tostarlo o secarlo, azularlo, quebrarlo o ablandarlo, y agitarlo, para separar la corteza de las fibras, así como peinarlo y dividir sus fibras en forma adecuada. El instrumento para desprender las semillas (rastrillo) no necesitaba mucho desarrollo; igual que al *rostizar* no se necesitaban muchas precauciones. Se descubrieron con el tiempo algunos cambios y mejoras sorprendentes en instrumentos para el quebrado o *ablandado*, y para dividirlo y *peinarlo*. Hace 100 años que en algunas regiones en lugar de usar instrumentos para fraccionar, se usaron *aplastadores* o *molinos de lino*, que eran movidos por ruedas hidráulicas... *Rastrillo*. Después se descubrió que se necesitaban rastrillos con dientes finos y anchos, para dividir el lino convenientemente a lo largo y a lo ancho. El telar de lino es el más sencillo de todos... Encoladora...

***Mule*. N. del T.

Fueron muy raros en la historia de los inventos los experimentos para confeccionar telas con las ramas de plantas o hasta con las hojas y cortezas de algunos árboles. En los tiempos antiguos se producían telas con diferentes *tipos de ortigas* (velas, vestidos, hilos de soga). Las ortigas se trataban como el lino. *Aloe*, se dice en latín *agave americana*. Los persas, los sicilianos y los españoles ya desde mucho tiempo atrás habían confeccionado telas con este material. Más tar-

de se propagó mucho en *Italia*. Nápoles, etc... El *hilo torcido* es un hilo que se usa para tejer, y que para obtener mayor resistencia es torcido dos o tres veces. Se puede torcer fácilmente en el huso, y posteriormente en el telar. Hace ya cien años que existen manufacturas en las que se confecciona hilo torcido producido en grandes cantidades en las *retorcedoras* o *molinos*... En Holanda se produjo el hilo torcido más delicado (364-405).

4) *Telas de seda.* Fue muy frecuente la idea de usar la tela de los insectos para la vestimenta del hombre, destejiendo el tejido del insecto y formando nuevamente hilos, y llegar a tejer con estos hilos una tela útil para el hombre. Capullos. En Asia viven varios de estos insectos, entre los que se encuentra nuestro gusano de seda. Los chinos e indios son los tejedores de seda más antiguos. Todavía en tiempos de Marco Aurelio en Roma, la seda era vendida al precio del oro. Tiberio prohibió a los hombres vestir telas de seda. Dos monjes trajeron los primeros capullos de la India a Constantinopla en la primera mitad del siglo VI bajo Justiniano. En Constantinopla, Atenas, Tebas y Corinto se fundaron las primeras manufacturas de seda. Por varios siglos el arte de la sericicultura y la preparación de las telas fue un secreto, hasta que *Roger* de Sicilia conquistara en una campaña militar la Tierra Santa. Desde las nombradas ciudades de Grecia, trajo a Sicilia e Italia en su retorno tanto el secreto de las manufacturas de seda, como a varios tejedores de la misma. En 1130 ó 1148 creó en Palermo y Calabria manufacturas de seda, que serán las primeras manufacturas [de la seda] en Europa. De Palermo [pasó] a Italia, después a España, Francia, Suiza, y a otros países europeos. En *Venecia* la sericicultura se inició en 1309; en *Nápoles* en 1459. En Italia, ya desde fines del siglo XII, hubo muchos inventos para el mejoramiento de la manufactura de seda. En España, *Valencia* poseía las manufacturas de seda de mayor importancia, al igual que León. En *Francia* las manufacturas de seda llegaron sólo en el siglo XV. Las primeras bajo Luis XI en 1470; él trajo muchos artesanos de la seda de Grecia, Génova, Venecia y Florencia. Fundaron la primera comunidad en Aviñón, después pasaron a Tolosa, Nimes y por último a Lyon. En los primeros años del siglo XVII la sericicultura ya se había

104

desarrollado mucho en Francia. París instaló en 1603 sus primeros telares de seda. Colbert. Hace unos 30 años en Francia se tejían más de 200 diferentes tipos de seda, de los cuales en *1730 ya se habían descubierto 150*. En Aviñón existía una ley por la que cada aprendiz sólo podía dedicarse a *un* tipo de fabricación (de seda), y no podía aprender a confeccionar al mismo tiempo varias especies de telas. Ayudó esto a promover el perfeccionamiento de las telas. A fines del siglo XVIII en Nimes se copiaron con mucha calidad telas turcas,

persas y del oeste de la India. En 1788 la cosecha de seda en Lyon
fue muy mala. Crisis. 2,500 trabajadores de las manufacturas de seda
fueron despedidos... Seda orgánica (hilos hechos, cadena). Antes
de 1788 había 22,000 telares en Lyon. Mientras que en la revolu-
ción disminuyeron a 5.000. *Zürich* tenía ya en el siglo XIII buenas
manufacturas de seda. Muchos refugiados italianos ayudaron a que
floreciera en el siglo XV [la producción de seda]. En 1587 se creó
la seda de crespón que tuvo gran aceptación en Inglaterra, Alemania,
Italia y Francia. En 1680 creció nuevamente dicha aceptación entre
los refugiados franceses. En Basilea y Zürich no se consiguió producir
telas pesadas de seda... *Alemania* ya tuvo tejeduría de seda en el
siglo XIV (especialmente en *Nuremberg*). Su expansión terminó
en 1314, con la destrucción de la ciudad Luca. Pero resurgió de nue-
vo en el siglo XVIII. Prusia. Wurtemberg. Sajonia. Después de que
el consejero Rabe hiciera varios viajes a Italia con gran sentido tecno-
lógico, invirtió en Maitschen, Torgau, 30,000 taleros en un molino
de seda, con lo que se ahorró 500 trabajadores, de los que no había
en Alemania. La guerra de los Siete años, al igual que las instalacio-
nes de manufacturas de seda en Berlín, Viena, etc., perjudicaron mu-
cho a las manufacturas de Leipzig. Las manufacturas de Rabe dis-
minuyeron con estrépito; los mismos trabajadores emigraron a Berlín
y a otros estados del oeste de Austria... Las manufacturas de los
alemanes se desarrollaron bien mientras imitaban a las francesas. Pero
cuando querían desarrollarse independientemente, no podían compe-
tir con los franceses. Ya desde la antigüedad se sabía el tiempo exac-
to en el que había que romper los capullos. Por ejemplo, no se podía
esperar hasta que la mariposa saliera del capullo, sino que había que
matarla en el capullo, lo que se producía con el calor de un horno.
Hace poco el francés Chaussier efectuó este trabajo con un papel
impregnado en aceite de trementina que es acercado al capullo...
Mucho más difícil era *hilar la rueca* o *devanar* los hilos de seda de
los capullos. *Borghesano* de Boloña inventó en 1272 la *devanadora de
seda* para esta función. Hasta 1538 guardó esta ciudad el invento
como un secreto. El trabajador de seda Cesar Bolzini y el carpin-
tero Vicenzo Fardini la hicieron conocer en otras ciudades. En el

105

mismo año fueron colgados de los pies por traidores a la patria.
Ugolino llevó esta máquina a Modena y fue igualmente colgado de la
efigie en Boloña, escenas que fueron renovadas hasta en el siglo XVIII.
Treinta mil personas trabajaban en el devanar seda solamente en Bolo-
ña. En 1670 Benay de Boloña mostró a los franceses, por quienes había
sido llamado, el tipo de devanación italiana. Por ésto fue relevado de la
dignidad de noble... Ya que los hilos de seda de los capullos son re-
sinosos y pegajosos, para evitar que se rompan había que sumergir
los capullos al devanarlos en agua caliente. Los hilos de varios ca-

pullos se colocaban juntos en el hueco de la *horquilla*, la que los entrelazaba a todos juntos en uno de los extremos de la devanadora y los retorcía rápidamente. Mientras se los devanaba, los hilos retorcidos formaban nuevos hilos ordenados o madejas de hilo. En el siglo XVIII se mejoró mucho la devanadora de seda. Se dice que en 1724 Piemontesern introdujo el *cruce de hilos*. *Vaucanson* descubrió la nueva devanadora de seda antes de la mitad del siglo XVIII, la que de todas maneras se mejoró posteriormente. Más tarde Brisout, De Vaussenas, Rouvière, Villard, el italiano Moretti, el inglés Pullein,
/18/ todo en la *Mémoirs de l´Academie*, *Philosoph*, *Transactions*, etc. / En los tiempos modernos se descubrió un método para hilar en *frío* la rueca con la seda de capullos. En Nápoles todavía hace poco estaba prohibido devanar e hilar la rueca con otros instrumentos que no fueran los antiguos, que habían sido introducidos ahí hacía siglos. Tipo de fabricación piamontesa. Con estas disposiciones la calidad de las manufacturas bajó continuamente, mientras que la de los estados vecinos ascendía... La lana devanada se llama *seda brota*. Ya los antiguos sabían que antes de tejer se debía limpiarla, arreglarla y por último colorearla. El hervido tiene que ser con agua de jabón, especialmente en agua con jabón veneciano, después de haber sido enjuagada en agua de río, y gracias a un tratamiento que comprendía un balío de alumbre frío, que fue un descubrimiento italiano. En cambio, el *azufrado*, para blanquearlos, es muy antiguo. Para *hervir* o calentar la seda en agua se necesitaba mucho cuidado; un operario podía conocer peor o mejor la técnica que otro. Algo a tener en cuenta en la historia de la tecnología es el *retorcido* [que transforma el capullo] de seda en *organcín* (hilo de seda) y en *trama* (trama de seda). Para ésto se inventó una *máquina* muy eficaz, *el molino de seda torcida* o *filador de seda*. Funcionaba algunas veces con 100 y otras con 1 ,000 bobinas simultáneamente. Invento del 1282, en Boloña. Con el tiempo hubo modificaciones, especialmente en el siglo XVIII. En los tiempos modernos los torzales y las devanaderas son más prácticos reunidos en una máquina (el molino de seda); ambos trabajan con una y la misma fuerza motriz; el mecanismo es

106

más sencillo, etc. *Vaucanson* efectuó muchas mejorías en la construcción de los molinos de seda. En el filador, la seda se retuerce tanto a la izquierda como a la derecha; el hilo retorcido se puede además doblar de nuevo. En las manufacturas de seda de Tours, unos veinte niños retorcían la seda en el convento la Charité haciendo funcionar siete molinos de seda con un gran pedal para ocho personas... El enrollar con bobinas es una acción más desarrollada que la del torzal. *Bobinadora*. El telar para telas de seda era, al igual que todos los demás, muy simple. El *telar para adamascado* era más complicado, pero igualmente había sido un invento antiguo... Con cada

tipo nuevo de telas de seda también se inventaba una nueva forma de trabajarla. Así, por ejemplo, con el *Atlas* los peines y el pedaleo tenían que estar relacionados en tal forma que con cada pedaleo una octava parte de los hilos en fila eran levantados y arriba eran unidos con la trama. Como consecuencia siempre quedaban en reposo 7/8 partes de la fila. En cada pedaleo cambiaban los hilos, y así, en esta unión orgánica, no sólo se forma una trama, sino que cada uno de los hilos de seda desprenden, con sus tramas unidas a lo largo, el extraordinario brillo de su gran belleza. Para *el raso floreado* las flores pueden ser unicolores o de varios colores; se inventó el llamado *mecanismo de levantamiento de los hilos de la urdimbre con el cuerpo de lizos*. El *batanado* o entretejido de diferentes flores multicolores es más complicado. Se debía tejer con diferentes hilos de diversos colores y con distintos sombreados. Con mucho arte se aprendió a tejer por separado los diferentes colores y sombreados. Se procedía con numerosas madejas pequeñas, en las que los hilos coloreados estaban enroscados en pequeños rollos. Los tejedores tenían que saber diferenciar entonces entre las distintas madejas. Para el telar que teje la *tafeta* se inventó *el árbol de diferencial elástico*. Muchas de las mejorías e inventos sólo se aplicaban en algunas partes del telar; por ejemplo, el *peine del telar*, con el que apareció un nuevo oficio, la técnica de *hacer peines*, que en Francia se perfeccionó especialmente (peines, alambres). Se inventó una máquina que confeccionaba peines, en la que se colocaban los peines a una distancia determinada... Después de tejidas las telas de seda reciben el *apresto* o un tipo de brillo y almidonado. Se trataba de una técnica antigua. En los tiempos modernos se cambió y mejoró mucho [esta técnica]... Para alisar, en los tiempos modernos, se necesita la laminadora o la calandria. El llamado *remojado* o *muarar* de las telas de seda [se lleva a cabo], por ejemplo, gracias al invento de la tafeta de los ingleses a principios del siglo XVIII. Vaucanson instaló una máquina para mojar de un modo nuevo... Hay tres tipos principales de telas de seda: *tafetas*, que tienen un fondo parecido al lienzo liso, que no están cru-

107

zados ni unidos entre sí. *Rasos*, que tienen cruzado y mucho brillo. *Sargas*, que tienen cruzado más apretado que el de los rasos y también se le estampan diferentes dibujos. [Colocando] más o menos seda en la fila o en la trama se producían muchas variedades [de telas]... La *seda de florete* está compuesta por hilos de seda cortos, y no de los devanados. La seda de florete de peor calidad es usada como *seda floja* (405-451).

5) *El arte del punto; punto de aguja o Knütterei* se dividen en la *manufactura de redes* y en la *calcetería*. Las redes más antiguas para cazar y pescar se tejían con varillas y ramas. Las redes estaban tam-

bién compuestas por piezas de tela; cuando eran *finas* de lienzo, de algodón o de hilo sedoso [tul]; se les usaba como atavíos, adornos, etc... Hace 400 años que las mujeres visten sus senos con redecillas (filet). Los hilos destinados para cumplir la labor de puntos en las redes son enlazados en una madera [hasta formar] una malla, y a dichas mallas se las anudan [entre sí]. La máquina de *Boswell* para tejer redes... *Calcetería*. Las mallas se las tejen en el trabajo de puntos una junto a la otra, en hilera y sin nudos, y así se pueden desatar fácil y cómodamente. Si una malla se rompe, las mallas vecinas se van destejiendo ante la menor presión, y el agujero crece rápidamente. La tela de calcetines es elástica, se ajusta exactamente a todas las partes del cuerpo y su función es cubrir dichas partes... La mayoría de los pueblos no usaban vestimenta especial para cubrir las piernas y los muslos. Las *primeras vestimentas de las piernas o pantalones* se usaron en los pueblos nórdicos. Cubrían la cadera, muslos y piernas. Hace pocos *siglos* el pantalón (vestimenta de las piernas) se separó del *calcetín*, (*truncus* en latín, calcetín). Los primeros calcetines se tejían en telar y los confeccionaban sastres. Con las labores de punto perdieron esta parte de su trabajo. Niños, mujeres o viejos y personas débiles trabajaron en la calcetería. El *arte de la calcetería* se inventó posiblemente en el *siglo XVI*. En *1527* aparece la primera carta de fundación de los gremios calceteros: "Communaute des maitres bonnetiers au tricot". Primero se organizaron en España. Enrique VIII obtuvo de España un par de calcetines con labor de punto. En Escocia los hubo a principios del siglo XI. Aunque las calcetas y los pantalones ya se los conocía, ambos eran todavía confeccionados de tela, etc., por costureros y sastres. En Alemania en el siglo XVI hubo calceteros. Antiguamente se llamaban operarios de punto de pantalones... Por mucho tiempo los calcetines de seda constituyeron una gran gala... Más tarde se usó este arte para confeccionar otras prendas para vestir, gorras, chalecos, guantes, jarreteras, vestidos para niños, encajes, etc... Pocos años después de introducir la calcetería

en Inglaterra, se inventó una *máquina* con la que un trabajador podía tejer sin esfuerzo ni habilidad en poco tiempo unas 100 mallas. Es la máquina más compleja que existe [en el ramo]. Fue construida casi totalmente de hierro y está compuesta de más de 2,500 piezas. *Calcetadora o telar de tejedor*. Aproximadamente 100 agujas se mueven al mismo tiempo. Se inventó [esta máquina] a fines del siglo XVI en 1589, por *William Lee*, maestro del John College de Cambridge y heredero de una pequeña propiedad rural. Lee no fue apoyado por la reina Isabel y sufrió muchas persecuciones por parte de los calceteros; Lee huyó bajo Enrique IV con nueve de sus aprendices a Francia. Se asentó en *Rouén*. Después del asesinato del rey estuvo en muchos aprietos, y murió, con muy mala suerte, en París. Dos de sus

aprendices quedaron en Francia; siete regresaron a Inglaterra. Fueron ellos, con una persona llamada Aston, los que introdujeron la calcetería en Inglaterra. Al principio sólo podían trabajar en sótanos. *Nottingham* fue su asiento principal. Se aumentó la producción en la segunda mitad del siglo XVIII... En *Francia* se erigieron las primeras manufacturas calceteras (calcetines de seda) con *Jean Hindret* en 1656, en el castillo Madrid del bosque de Boloña. (Los telares inventados en aquella época eran transportados de un país a otro con riesgo de perder la vida)... Los *franceses* llevaron los primeros telares a Hesse después de la revocación del Edicto de Nantes... Muchas / mejorías y cambios [se realizaron] en el telar tejedor. /19/
Los *telares de madera* costaban menos de la mitad que los antiguos de hierro. Los ingleses y franceses renovaron profundamente [estas máquinas] en el siglo XVIII (453-480).

Tercer capítulo. Detalles en vestidos y atavíos.

1) *Cintas y tiras* para atar y unir algunas vestimentas. En los comienzos sólo se usaban cuerdas o fajas (pieles o correas). Ya los egipcios, los griegos y los romanos usaban tiras, cintas y ribetes tejidos. *Lo cortaban* muy angosto de una tela normalmente tejida y más ancha. Después se efectuaba la costura. Más tarde se construyeron telares especiales con los cuales podían confeccionar tejidos más finos. *Telas de cintero o telar de pasamanería*. La industria se desarrolló enormemente cuando se aprendió a tejer cintas de seda, y doradas. Máquinas para producir cintas en gran cantidad y en corto tiempo. A fines del siglo XVI y comienzos del XVII se inventaron *la máquina para tejer cintas y cordones y la máquina para telares*. La

máquina de cintas se inventó en 1629 en Leiden. Los *pasamaneros* trataron de suprimir esta máquina. El 11 de agosto de 1623 el *estado general*, por medio de un decreto, limitó mucho el uso de la máquina. El 14 de marzo de 1636 y el 17 de septiembre de 1648 se renovaron dichos reglamentos. Pero el 5 de diciembre de 1661 se extendió [la reglamentación] y se determinó claramente el uso de la máquina para cintas... La noticia más antigua que poseemos de los *alemanes* con respecto al invento de una máquina de cintas proviene de *Lancelloti* (un italiano). El escribió: "Anton Moller de Danzig vió hace aproximadamente 50 años (escribe en 1579) una máquina muy complicada; el Consejo suprimió este invento, y ahogaron o asfixiaron al inventor para que los trabajadores estuvieran seguros de que la máquina [no se usaría, alejándose] la amenaza de convertirse en méndigos". En 1676 el uso de la máquina para telares fue prohibida en Colonia. En la misma época se produjeron muchos disturbios en Inglaterra, al tratarse de introducir las máquinas para cintas. El 19 de febrero de 1685 se dictó un edicto imperial que prohibía las máquinas para cintas en Alemania. En Hamburgo una máquina para cintas fue quemada públicamente por orden del magistrado. Carlos VI renovó la orden de 1685, el 9 de febrero de 1719. Sajonia Coira promulgó el 29 de julio de 1720 una prohibición general. Sólo en 1765 se legalizó públicamente el uso de las máquinas para cintas. Los modelos más antiguos de las máquinas para cintas eran aproximadamente como el de un telar normal. El trabajador empuja y jala el cuadro en dirección a su cuerpo, y al mismo tiempo también mueve la lanzadera, que está instalada en el cuadro, hacia la derecha e izquierda. Poco después se inventaron máquinas para cintas que podían ser manejadas por una persona sin ninguna especialización, por ejemplo, un niño. Con un pivote, un árbol y un mecanismo, éste puede arrastrar o jalar de la biela en dirección a su cuerpo y así poner en movimiento el telar y todas sus lanzaderas. Más tarde fueron construidas máquinas para cintas, que funcionaban con fuerzas *no orgánicas* como por ejemplo agua, y las máquinas a vapor para cintas. Los alemanes las perfeccionaron tanto que una máquina para telares podía suministrar entre 40 y 50 unidades de cintas a la vez... Los *cordones o agujetas* para atar los corpiños y corsés de las mujeres (485-493). (Cordón, etc.).

2) *Puntas o bordes*. Puntas con encajes, tejidas o bordadas, muy antiguas. La técnica vino de Italia, especialmente de Génova y Venecia, pasó a Francia, etc. En 1666 Colbert de París creó una manufactura de puntas tejidas... A fines del siglo XVIII 27,000 personas se dedicaban a enhebrar puntas en Erzgebir (495 *ss*.)

SEGUNDO TOMO

SEGUNDA SECCIÓN

Cuarto capítulo. Preparación de diversos accesorios del vestido y algunos objetos de adornos y atavíos.

1) *Fábricas de cosido con agujas*. En tiempos antiguos los vestidos se ataban con cintas o correas al cuerpo. Se anudaba igualmente un trozo de tela a otro. Con el tiempo, la unión fue más prolija: en vez de cintas y correas se usaron objetos más finos, hilo, y así se llegó al modo de unión que llamamos *coser*. Sólo en el siglo XIV se aprendió, quizá en Nuremberg, a estirar el metal para convertirlo en alambre, y de esta manera se fabricó agujas para coser mejor y con más facilidad. Nuremberg tenía *gremios de alfileteros*. Francia, Inglaterra y otros países aprendieron la alfiletería de Alemania. Los ingleses especialmente perfeccionaron su técnica, y sus fábricas de agujas fueron muy famosas en el siglo XVIII. Antes de que las agujas se las termine, pasan aproximadamente por 60 procesos.

2*) Fábricas de alfileres*. Los antiguos usaron largas espinas en lugar de alfileres; espinas de pescado, astillas de madera dura o clavijas de metal. Las vestimentas se sujetaban muchas veces con remaches y nudos. En el caso de algunas vestimentas éstas técnicas se usaron hasta los últimos decenios del siglo XVIII. Los artesanos que confeccionaban dichos remaches y nudos se llamaban *avizores*. Los alfileres con punta y cabeza parecen haber sido descubiertos en Inglaterra a mitad del siglo XVI. Los alfileres actuales, de *latón*, parecen haber sido descubiertos en Nuremberg. En el inicio sólo se golpeaba el extremo del alambre y se formaba una cabeza. La punta con filo se producía con una lima. Después se diseñó una cabeza con un par de vueltas de un alambre más fino, que era *golpeado con un martillo a mano en el extremo de la aguja*. *Por fin*, *entre 1680 y 1690*, se aprendió en Nuremberg que se podía unir, con una especie de yunque con canales, con un instrumento constituido por un apisonador o sello, la *báscula*, con la que en un instante se redondeaba la cabeza y se unía sólidamente. Un trabajador podía producir diariamente 10,000 alfileres, y anteriormente sólo podía fabricar 4,000. Un invento excelente para alfileres y agujas fue el *anillo de punta con rueda empuntada*, que es movida con los pies o manos. Muchas otras mejorías [se llevaron a cabo] para lavar o pulir, etc.

3) *Fábricas de dedales*. El invento de las agujas de coser determi-

nó el invento de los *dedales*. Nuremberg ya tenía dedaleros en 1380. En Nuremberg los dedales son golpeados en punzones o a mano libre. Otras fábricas de dedales, en Aquisgrán e Iserlohn, tenían sus propias máquinas prensadoras; algunos también tenían afiladoras y máquinas giratorias.

4) *Sombrererías de paja*. En Italia se usaron por primera vez sombreros de paja, en Florencia y Siena. A esto hay que agregar platos, canastos, cajitas, mantas de paja y otros objetos parecidos... *Las flores artificiales* jugaban un papel importante en los aderezos de las damas desde hace siglos. Fueron confeccionadas por primera vez en Italia por Taffent y Batist (Roma, Nápoles, Florencia, etc.).

5) *Pelucas. Trabajos de pelos.* Pelo postizo para señores y damas. Tejido de pelo y afilado. Tintura de pelo.

6) *Perlas*. Perlas artificiales. Nácar. Corales. Ambar. Piedras preciosas. Diamantes. A fines del siglo XVI había en Augsburgo varios motores hidráulicos para tallar piedras preciosas (4-13).

Quinto capítulo. Preparación de diferentes accesorios domésticos y otros de gran necesidad.

1) *Aserraderos y sierras*. La sierra es muy antigua. Tomando en cuenta la forma y fabricación de las actuales en relación con la de los griegos, [podemos observar que] no existe gran diferencia. Antes del siglo IV había *aserraderos de madera* impulsados por agua. La técnica de cortar mármol con sierras sin filones es muy antigua; se dice que
/20/ fue inventada por Plinio en Carien... / Augsburgo ya tenía un aserradero en 1337; en Breslau el primero [fue instalado] en 1427, etc. En 1530 se construyó el primer aserradero bajo el nombre de "nuevo arte" en *Noruega*. Poco después se inventó el *ladrillo hueco*. En el siglo XVI existían molinos que movilizaban muchas hojas de sierra, que podían cortar al mismo tiempo a uno o varios árboles en tablas... *Euler* (*Sur l'action des Scies*) *y Nancarrow* (*Calculations relating to grist and sawmills*), etc., corrigieron la teoría de los aserraderos... Las *barrenadoras* o máquinas para perforar tubos de madera se las conocía en el siglo XVI. Ulm tenía una de las mencionadas máquinas impulsadas por agua.

2) *Trabajos de carpintería*. Mesas, sillas, bancos, camas y cajas son objetos que ya poseían los pueblos más antiguos. Los hebreos, griegos y romanos produjeron estos objetos con mucho arte y magnificencia... Los trabajos de madera *incrustada* fueron practicados por primera vez por los griegos asiáticos. *La máquina para chapa de madera*, para cortar delgadamente los tipos raros y descapados de madera, fue inventada en el siglo XVI por el augsburgués Georg Renner... Los nuremburgueses y los augsburgueses fueron los que más sobresalieron entre los carpinteros artesanales alemanes.

3) *Trabajos de cerrajería*. Los cerrojos son muy antiguos. Los griegos y romanos conocieron los candados... Los primeros cerrojos con maquinaria con nombre de cerrojo molido proceden del siglo XVI. El *cerrojo italiano*, nombrado por los franceses cadenat des jaloux, cerrojos de castidad, se usaban en Venecia antes de 1522. Cerraduras de combinación.

4) *Carpinteros de ventanas.* La idea de realizar aberturas en los edificios, y así permitir el pasaje de la luz, es muy simple. En caso de viento o tormentas se cerraban las aberturas, las puertas o persianas; y las habitaciones se oscurecían nuevamente. Desde antiguo se conocieron dichas ventanas... Los orientales y los romanos galos tenían *ventanas de cuerno transparente*. Las ventanas en Italia eran de vidrio especular en el primer siglo. Igual en Galia. Pero también se confeccionaban con muy finos curtidos o sustancias aceitadas. Desde hace mucho tiempo se descubrió el arte de hacer *vidrio*, pero el vidrio era muy caro, y por esto no era usado comúnmente para ventanas. En el tercer siglo d. JC. existían ventanas de vidrio, pero de vidrio pintado [vitrales]. Las iglesias los instalaron en primer lugar. Después también se usaron en casas. Las ventanas más antiguas con dibujos quemados se encuentran en la abadía St. Denis de *Francia* del siglo XII. En Alemania y en los Países Bajos ya se las había confeccionado anteriormente. Sólo en el siglo XIV, se conocieron en Francia los vidrios no pintados, blancos. La mayoría de las casas de Viena tuvieron desde 1458 ventanas de vidrio. Pero, particularmente en la segunda *mitad del siglo XVI*, las vidrierías se expandieron y mejoraron mucho. Las ventanas eran pequeñas y redondas; tenían bordes gruesos y en medio grandes relieves. Más tarde se confeccionaron vidrios de 6 y 8 lados, con forma de rombo. En los tiempos modernos casi todos los vidrios tienen forma de rectángulos. Siempre con borde de plomo. Hoy los marcos son de madera. El cortar y colocar los vidrios era en el siglo XV oficio de trabajadores especializados, los vidrieros (33-58).

1) *El arte de la relojería**. En los tiempos antiguos no se tenía otra medida de tiempo que la salida, el cenit y la caída del sol (mañana, mediodía y noche). Pronto se descubrió una medida de tiempo más exacta. Se observó, en objetos en posición vertical, que sus sombras se alargaban constantemente o se acortaban. Al mediodía eran más cortas. Se midió la *longitud* de la sombra del objeto vertical, se la dividió en un número de partes iguales (por ejemplo, pies) y según la longitud de la sombra se midió la duración del día. Los griegos tomaron esta división de los babilonios. Rápidamente se advirtió que la sombra de un árbol, etc., a diferentes horas del día no sólo tiene una longitud diversa sino que también una posición distinta, y estas diferentes posiciones de la sombra (o su recorrido del amanecer al ocaso sobre una superficie) dió por resultado la invención de los *relojes de sol*, o en realidad, *relojes de sombra*, o *indicador de la sombra*, que se llamaba *gnomon*. Los obeliscos y pirámides fueron los primeros relojes de sol de los babilonios, egipcios, fenicios, etc. A las horas se las esculpía en piedra, la que era recorrida por la sombra del objeto vertical. Pronto a los relojes de sol se los construía más completamente, de tal manera que también podían indicar las estaciones del año, por disminución o aumento de las 12 horas del día. *Anaximandro*, y su alumno *Anaxímenes*, que vivieron 600 años a. C., mejoraron muy especialmente este reloj de sol. Eudoxo, Apolinio, etc. mejoraron el indicador de sol. Los denominados *anillos solares* tienen un pequeño agujero a través del cual se observa una pequeña imagen solar que da la hora; serán perfeccionados igualmente. *Roma* construyó a los 500 años de su fundación un reloj de sol propiamente dicho. Con el tiempo hubo varios en sus muros, y en las ciudades más pequeñas de Italia; después también en las casas de campo de los nobles. Desde el *restablecimiento* de las ciencias, los científicos e investigadores se dedicaron mucho a mejorar los relojes de sol En Alemania ya eran conocidos en el siglo X y XI. En el siglo XVI Oroncio Fineus, Peter Apianus, Albrecht Durero, etc., escribieron sobre la construcción de diferentes tipos de relojes de sol. Los relojes de sol de Apian contienen en muchos círculos concéntricos las horas planetarias, el número de meses del año, el número de días del mes, los signos del zodíaco, etc. *J. Stabius* inventó el *reloj lunar* en el siglo XVI, en el que las sombras de la luz de la luna dividían las horas nocturnas. Los *relojes de estrellas* se los inventó en aquella época. El padre Kircher produjo relojes solares y astronómicos artificiales,

*Véase la carta de Marx de 1863 (*Apéndice 2*). N. del T.

etc. Igual Sarrazini. Con el invento de los relojes con engranajes disminuyó mucho el uso de los relojes de sol, a los que, de todas

maneras, se les mejoró todavía mucho hasta en el siglo XVIII. Hoy
se usan especialmente para cronometrar los relojes con engranajes...
En tiempo *nublado* y en la noche no se puede usar el reloj de sol.
Reloj de agua. Los pueblos asiáticos ya los tenían en tiempos anti-
guos. Caldeos, egipcios, chinos. El agua escurría de una urna o cu-
beta por medio de gotas o en otra forma *regular*; por esto el instru-
mento se llama *clepsyder*. El nivel del agua mostraba la hora del día
en el recipiente; las horas se leían por un lado. Platón fue el primero
que introdujo el reloj de agua en Grecia. Roma obtuvo el primero en
el año 157 a. JC., gracias a P.C. Escipión Nasica. Julio César también
lo encontró en Inglaterra cuando transportaba allá sus armadas. Se
descubrió pronto que el agua que escurría no era proporcional con
el tiempo, porque el agua se escurría más lentamente a medida que
más bajaba su nivel. *Ctesibio* de Alejandría fabricó relojes de agua
muy complejos en el año 245 a. JC. Los relojes de agua astronómi-
cos se inventaron poco después, en lo que en el cuadrante redondo
no sólo se marcaban las horas, sino también los signos del zodíaco y
la recta del eclipse. En el siglo VI d. JC., Boecio inventó relojes de
agua muy superiores. En el siglo VIII Pipino el Breve obtuvo uno del
Papa Pablo I. A principios del siglo IX (807) Carlomagno adquirió
uno del Califa Harun al Raschid. [Casi] al mismo tiempo el filósofo
Leo de Constantinopla inventó [otro] reloj de agua. Aún después
de la invención del reloj con engranajes se efectuaron muchas mejo-
rías (y juegos) con los relojes de agua. Galileo, Varignon y Bernoulli
estudiaron la forma que debía tener el recipiente para que el agua
descendiera regularmente en un tiempo dado. Oroncio Fineus inventó
un reloj de agua que estaba compuesto de un barquito, etc. *Padre Kir-
cher*: El reloj de agua magnético y astronómico. *Los relojes de agua*
ya existían en la primera mitad del siglo XVI. *Martinelli* (italiano)
lo mejoró mucho. Les cambió de aspecto con adornos arquitectó-
nicos, [en especial en los] relojes para torres o iglesias. Uno de éstos,
por ejemplo, se encuentra en la gran plaza de Venecia. Unos moros y
los tres Reyes Magos tocaban las horas y saludaban a la Virgen Ma-
ría. Los pies de las figuras eran movidos por medio de un engranaje.
Unos cilindros con agua / le daban vida y movimiento a la máqui- /21/
na... Máquina de agua, etc... Muy raro fue el *reloj de pesas de Perrault*,
que funcionaba con agua... En todas las ciudades chinas se encuen-
tran torres, todavía hoy, en las que un reloj de agua da la hora...
Relojes de arena... También fueron empleadas en éste las mejoras
realizadas en los relojes de agua. En el siglo XVI los relojes de arena
de Augsburgo, con soportes, indicaban los minutos... Se trató de ins-

115

talar el reloj de arena de tal manera que fuese también usado para
medidas astronómicas y para [la navegación en] el mar... *Los relo-
jes con engranajes se movían con un peso seco*. Desde antiguo, se

conoció la unión entre los engranajes para transmitir movimientos como lo demuestra la esfera de *Arquímedes*, que se movía por una manivela de mano y se asemejaba a los astros del cielo. Aparecieron luego los medidores de *distancias* o odómetros, como el de Vitruvio, y con los relojes de agua artificiales... Para el inventor la tarea más difícil era el escape (la prensa de huso, *échappement*) ya que no podía inspirarse en ningún instrumento existente. Varias ruedas dentadas, grandes o pequeñas, se articulaban con sus dientes de tal manera, que cuando una rueda giraba por el peso del impulso, todas las demás también giraban, unas más velozmente que otras. Una combinación directa de dichas ruedas no era apropiada para medir el tiempo, porque la primera rueda giraba con menor velocidad. [Por otra parte,] el impulso de la pesa, y el movimiento que producía, terminaban demasiado pronto, si no existía una resistencia mayor que la sola fricción de las ruedas, a fin de que se regulase la velocidad, ya que en un cierto tiempo la pesa [dejaba de] accionar sobre las ruedas. Por este motivo era necesario el *échappement*. La última rueda, la que gira con más velocidad, debía tener un freno para que no suspendiera totalmente el movimiento. Estos [frenos o] resistencias tenían que encontrarse en el *volante* o en el antes llamado balancín. Constaba de un tubo de hierro al que se le unía un *eje* o un cilindro delgado, en el que se fijaba una sustancia elástica con un ángulo determinado, sobre el cual se articulaban los dientes de la última rueda o la *rueda de avance*. El eje estaba colocado de tal manera con respecto a esta rueda, que el balancín se movía en una posición horizontal y la rueda giraba por el impulso alternamente sobre la sustancia elástica del eje. Con un freno como éste, que impulsaba y regresaba nuevamente [a su posición de origen], el engranaje se movía con poca velocidad; la pesa sólo cedía siguiendo un tiempo [rítmico], y tenía [al final] que ser elevada de nuevo. El engranaje estaba instalado de tal manera, que la rueda daba una revolución cada 12 ó 24 horas. En la prolongación del perno había un indicador que también giraba cada 12 ó 24 horas una vuelta y así indicaba las horas del día... El inventor de los verdaderos relojes de engranajes es desconocido. Las primeras huellas de relojes de engranajes propiamente dichos, con pesos secos, se remontan al *siglo XI*. Antes, los relojes se los colocaba en iglesias y monasterios. Los religiosos los cuidaban, los ajustaban y regulaban de día y noche, y así tuvieron ocasión de investigarlos. Los relojes fueron usados por los monjes como *despertadores*; tocaban a horas determinadas, si antes habían sido programados

para ello. Los relojes de campana se fabricaron posteriormente. No todos los monasterios estuvieron equipados con relojes desde el principio. En 1108 los sacristanes en el monasterio benedictino Cluny tenían todavía que observar durante la noche la posición de

las estrellas para saber la hora, a fin de despertar a los monjes para sus oraciones nocturnas. En el *siglo XIII* los relojes fueron más conocidos. Algunas torres de iglesias en Italia ya tenían relojes con engranajes, además de campanario. A fines del siglo XIII, Inglaterra obtuvo por primera vez su reloj de campana en Westminster. En el *siglo XIV* proliferaron diversos tipos de relojes. También se los instaló en las ciudades. En 1344 *Padua* tuvo su primer reloj. Además de indicar las horas mostraba los cuerpos celestes, meses y las fiestas del año. Eduardo III dio a tres neerlandeses relojeros un salvoconducto para que pudieran viajar a Inglaterra en [1386]. En la primera mitad del siglo XIV el reloj de Courtray de Francia se propagó enormemente. Indicaba y tocaba hasta las 24 horas, tal como se acostumbra en Roma e Italia... El primer gran reloj de París fue construido en 1364 por un alemán, Enrique Von Wick. Con el tiempo, otras ciudades francesas tuvieron sus relojes públicos. En Boloña se construyó en 1356 el primer reloj público de campanas. En 1402 Padua tuvo un reloj del mismo tipo. Alemania tampoco se quedó sin relojes en el siglo XIV. En *1460 existía un gran reloj* en Augsburgo. Antes de esta fecha no se sabe nada de artesanos que solamente se dedicaran a la construcción de relojes. El arte de la relojería era un oficio libre: cerrajeros, armeros y artesanos tenían derecho de dedicarse a fabricar relojes grandes o pequeños. En el siglo XIII, XIV y XV los relojes eran muy costosos, de defectuosa técnica y poco numerosos. Si un reloj se descomponía no había nadie en las cercanías que pudiese arreglarlo. Tampoco había tanto comercio o concurrencia como para que los productos hubieran podido ser enviados a lugares lejanos [para ser reparados por]un hábil artesano. En 1483 el magistrado de Auxerre se decidió a construir un reloj con campanas. Pero prefirió buscar primero el permiso de Carlos VII ante un “asunto pecuniario” de tal magnitud. En 1400 la catedral de Sevilla tuvo su primer reloj. La iglesia de Nuestra Señora de Nuremberg obtuvo el suyo en 1462. Venecia lo instaló en 1497, etc... En la *segunda mitad del siglo XV* algunas personas privadas también llegaron a portar relojes. El famoso astrónomo *Walther* fue una de las primeras personas privadas que tuvo un reloj con engranaje en su casa. Lo usó en 1484 para sus estudios astronómicos. *Tycho de Brahe* poseía tres de éstos, que indicaban los minutos y los segundos. Notó que con cambios climáticos, por ejemplo con vientos, la marcha de los relojes era irregular. Por eso recurrió nuevamente a su clepsyder

117

de mercurio. *Schoner*, *Hevel* y *Purbach* también usaron en el siglo XVI relojes de engrane para sus estudios astronómicos. Igualmente *Fernel* para sus medidas de grados. Así la astronomía se auxilió con estos medidores de tiempo que dejaban hasta la mitad del siglo XVIII, sin embargo, mucho que desear. Poco a poco fueron de uso

público, y no sólo privilegio de monjes y príncipes. En el siglo XVI el mecanismo de los relojes era inexplicable para la mayoría de los sabios. Solamente en el siglo XVII varios de ellos tuvieron la idea de estudiar su mecanismo y formular los principios del mismo...
Las más pequeñas fallas del engrane (un engrane equivocado de los dientes con el huso), la falta o no de humedad, el calor o el frío, el aire con menor o mayor presión, etc., afectaban de tal manera al *balancín*, que las mediciones eran bastante irregulares...
Todos los relojes necesitaban en ese entonces mucho espacio y eran muy incómodos de ser tenidos en las habitaciones. *Reloj de bolsillo o de saco*. Para hacer funcionar estas pequeñas ruedas no se podía utilizar una pesa. [El mecanismo] dependía de un resorte enrollado de forma espiral, que estaba unido con el engranaje por un barrilete, y lo impulsaba. Pero para que se pudiese extender el resorte y accionara regularmente sobre las ruedas, también debió inventarse el *trinquete o mecanismo de bloqueo*. Al interior de la pared del barrilete se fijaba un extremo del resorte; el otro extremo en un eje, que por su parte tenía un resorte concéntrico, a este eje. Se fijó una rueda al barrilete que estaba articulada con las demás ruedas del reloj, y las hacía girar cuando ella misma giraba. Pero para que el resorte enrollado no se desenroscara sin accionar los engranajes, se instaló en el trinquete una rueda con dientes oblicuos unida con el eje del resorte, que daba vueltas cuando el eje giraba y [así] el resorte se enroscaba. Entre los dientes de la rueda caía un pequeño *gatillo de bloque o retén*, que
/22/ era presionado con fuerza por un resorte. Si giraba con lentitud, /
el gatillo de bloqueo no podía levantarse, al igual que el eje del resorte, y el resorte no podía extenderse sin girar al mismo tiempo todo el barrilete con sus ruedas y todas las demás ruedas [engranadas a ellas]. Los escapes de los primeros relojes de bolsillo comprendían un huso cuyas sustancias elásticas eran movidas en distintas direcciones por una rueda de avance; el *volante* ajustado al huso estaba compuesto de dos brazos, y en cada uno de sus extremos tenían un botoncillo con forma de cuchara. Por ésto también se le llama *volante cúcharo*. Poco antes se habían descubierto los *volantes redondos*, los que tenían muchas ventajas. Los primeros relojes de bolsillo sólo indicaban las horas; todavía no indicaban segundos y minutos; y la mayoría sólo funcionaba durante 12 horas, debiéndoseles dar cuerda cada [doce horas]. El que indicaba segundos y minutos apareció más

118

tarde. El nuremburgués *Peter Hole* posiblemente construyó el primer reloj de bolsillo en 1500. Huevos de Nuremberg [?]. El primer reloj de bolsillo se llevó a Inglaterra en 1577. El resorte de acero enrollado era la parte principal [del mecanismo]. Andreas Heinlein y Caspar Werner de Nuremberg siguieron los pasos de Hole y también construyeron relojes de bolsillo con juego de campanas... Los relojes

de bolsillo eran en aquella época muy raros y muy valiosos. En Inglaterra el valor de un reloj de bolsillo era de más de 54 libras esterlinas. Poco después del invento de esta máquina se apreció mucho poseer relojes muy pequeños por ejemplo en botones, cadenas, etc. Esta *preferencia* duró hasta el siglo XVII. La caja de los primeros relojes de bolsillo era de cristal... Los grandes relojes con balancines funcionaban irregularmente, a veces más rápido, a veces más lentamente, según las fallas del engranaje, la resistencia del aire, cambios de clima, el calor y el frío. En los relojes a resortes, la fuerza del resorte disminuía cuando el reloj se iba a parar: la marcha del reloj también disminuía por esto considerablemente; la irregularidad en la marcha [de estos relojes] era mucho más notoria que en el caso de los de pesas. Para los relojes de bolsillo se inventó el *caracol*, que se unía al resorte, para que corrigiera el impulso irregular del mismo. Con el gatillo del bloqueo del caracol se lograba que la cuerda enroscada no saltara de una vez y no girara al caracol sin que lo hiciera el engranaje. Parece que este invento se efectuó a mediados del siglo XVI en Inglaterra y de ahí se propagó en Alemania... Ya que la cuerda que se enroscaba en el caracol se friccionaba y se gastaba gradualmente, se inventó la *cadena*, que estaba constituida por muchos eslabones finos de hierro remachados, y que era muy útil. Más tarde se comenzó, primero, a disminuir el tamaño del caracol y, después, las marchas del caracol. Estos relojes tuvieron la ventaja de que con una marcha más larga el reloj sólo tenía que dar seis vueltas: el caracol necesitaba resorte para sólo cuatro vueltas... *Christian Huyghens* inventó el *péndulo* en *1657* como regulador para grandes relojes. Algunos años más tarde descubrió los relojes de bolsillo con *resorte espiral* para regular la marcha o marcha isocrónica. El invento del péndulo fue *Galileo*. Llegó a esta conclusión al observar el balanceo de una lámpara. Además descubrió que al alargar el péndulo sus movimientos eran más lentos, y al acortarlo más veloces. Más tarde lo usó como medida de tiempo para estudios astronómicos que realizaba. Pero, como los movimientos del péndulo colgado libremente sin ningún impulso terminaban [por pararse] con el tiempo, sólo servía para medir cortos espacios de tiempo. Lo usaron de todos modos los siguientes matemáticos y astrónomos: Hevel, Mouton, Ricciolus, Grimaldus, Mersennius, Kircher, entre otros. *Huygens* fue el primero que le ad-

juntó un engranaje, articulándolo con el huso de un reloj de pesas normal, de tal manera que cuando la rueda de avance engranaba con las sustancias elásticas del huso, el péndulo era impulsado hacia un lado, y, después, hacia el contrario, y a consecuencia de la inercia obtenía en cada movimiento nuevo impulso. El primer *reloj de péndulo* lo diseño H. de Staaten de Holanda; [lo descubrió] el 16 de junio de 1657. Lo describió posteriormente con algunas correccio-

nes. (*Christiani Hugenii Horologium oscillatoricum*, París, 1673)... H. también dió una longitud determinada al péndulo para producir un determinado número de movimientos. Así por ejemplo, observó que el péndulo de los segundos debía medir 3 pies y 8 1/2 líneas. Cada movimiento era cumplido entonces con ayuda del engranaje en un segundo; en el horario se indicaban las horas, los minutos y segundos... Para los movimientos del reloj de bolsillo, se tuvo que encontrar un regulador que pudiese corregir los impulsos irregulares; a mediados del siglo XVII se trabajó mucho para encontrarlo. Abbé de Hautefeuille. *Huyghens* mandó confeccionar en 1674, su primer reloj de bolsillo con resorte espiral, con el famoso relojero Turet de París. Se dice que el Dr. Hook lo inventó... Al adjuntar Huyghens el péndulo a los relojes grandes observó que los movimientos curvos de gran extensión que recorría, no siempre tenían la misma distancia ni duración. A diferencia de las chapas cicloides*. Después la *Pirouette***. No impulsaba del todo correctamente*. Con la teoría de Huyghens se había aprendido que movimientos curvos de corto recorrido constituyen *momentos de una cicloide*. Se le instaló de tal manera, que el péndulo recorriera cortos recorridos curvos... Poco después del primer invento de H. se descubrió que péndulos de una longitud determinada no producían los mismos movimientos curvos en diferentes lugares. Y que, por la forma esferoide de la tierra, se movían más lentamente en el ecuador y en los polos con más velocidad. Era necesaria una cierta corrección en cada lugar. H. enseñó a encontrar el centro del movimiento del péndulo por medio de ecuaciones. Bernoulli las corrigió... Los artesanos fijaron su atención especialmente en *el perfeccionamiento del mecanismo del trinquete*. Rueda de avance de trinquete y cilindro de trinquete. *F. Berthoud* tuvo el mérito de enseñar a construir matemáticamente, en la segunda mitad del siglo XVIII, los dientes de las ruedas del trinquete, y gracias a ésto alcanzaron gran exactitud. Los relojeros trabajaron denodadamente en relojes de gran tamaño. El relojero inglés *Mudge* inventó el *trinquete libre.*, etc. En el último tercio del

---

*Texto de difícil comprensión. N. del T.

**En francés. N. del T.

siglo XVIII se fabricó el trinquete a partir de mediciones teóricas, gracias a Lagrange y Callet. Varios matemáticos conocidos a fines del siglo XVII se ocuparon de otras piezas del reloj, y pudieron definirlas teóricamente. Tomando en cuenta la profundidad, largo y la redondez de los dientes el danés Römer descubrió que la forma epicicloide es la mejor para las ruedas. Más tarde Euler, Camus, etc. Se había observado que la *fricción del aire* afectaba a las piezas en movimiento, especialmente el péndulo y el balancín, y podía modi-

ficar la marcha del reloj. H. trató de disminuir dicha fricción, reduciendo lo más posible la superficie sobre la que accionaba. También se observó que los cambios de temperatura influían mucho en el péndulo y en el resorte espiral, ya que el calor expandía las piezas más sensibles y las detenía, mientras que el frío disminuía su tamaño y las aceleraba. *Picard* fue el primero que observó en 1669 que los relojes de péndulos funcionaban más lentamente en verano que en el invierno, y que ésto provenía de los cambios de temperatura. Estas inexactitudes tenían importancia en los cálculos astronómicos.
Georg Graham fue el primero que trató de mejorar el péndulo de tal manera, que los cambios de temperatura no produjeran efecto al- /23/
guno. Lo trató primero utilizando madera. Después llegó, con suerte, a la idea de suprimir el efecto del calor y el frío en los péndulos aleando diferentes metales de distinto grado de expansión o contracción, neutralizarlos entre sí, logrando que se *compensen* para dejar inalterado el movimiento. El primer *péndulo de compensación* de este tipo constaba de un tubo de hierro que contenía una cierta cantidad de mercurio. En 1740 hizo otro péndulo de 5 barras de hierro y cuatro de mercurio. Fue llamado *péndulo de parrilla*. (*Pendule à baquelle*). Antes de 1738 Graham, Cassini, Short y Ellicot habían tenido ideas de dichos tipos de péndulos. Más tarde se mejoraron en gran medida. *Gemma Frisius* había propuesto en *1530* usar relojes para m*edir distancias en el mar* (las longitudes geográficas del mar). Esto lo propusieron muchos sabios, como *Leibniz* por ejemplo. Pero estas propuestas no podían ser cumplidas porque los relojes no poseían todavía la exactitud necesaria. *Lord Klinkardine* en 1662 trató de usar en barcos relojes de péndulo movido por resortes. La inexactitud de dicha medida de tiempo fue observada rápidamente. *Felipe III* de España invirtió una respetable suma de dinero en investigaciones para determinar de algún modo la longitud geográfica del mar. Poco antes también [el gobierno de] *Holanda* había prometido una suma de 100,000 florines [para lo mismo], y a *principios del siglo XVIII* también Francia e Inglaterra. En 1714 el Acta Parlamentaria decidió otorgar la suma de 20,000 libras esterlinas para el inventor de un reloj que, en una navegación determinada, sólo se equivoque [en sus

121

mediciones] en 1/2 grado (en el arco del ecuador), o sea, que la longitud sólo tenga un error de 30 leguas marinas inglesas; 15,000 libras para el reloj que tenga error de hasta 40, y 10, 000 libras esterlinas para el reloj que pudiese determinar la longitud correctamente hasta con error de 60 leguas marinas. Experimentos, y supuestas invenciones de Leibniz, Huyghens, H. Sully, no tuvieron éxito. *En la primera mitad del siglo XVIII todos los intentos de inventar un reloj de longítud exacto fueron vanos*. Los descubrimientos de Daniel Bernoulli, por los que obtuvo en 1741 el premio de la Academia de París, no

fueron aplicados. Apareció posteriormente un hombre común, un *carpintero* y *ebanista*, *John Harrison* de Barrow en el condado Lincoln. Sólo había aprendido a realizar trabajos en madera ordinarios. Estimulado por las grandes promesas del Parlamento, observó los movimientos de las olas y el balanceo de los barcos en el agua, etc. Harrison construyó en *1736* un reloj marítimo. [Más tarde] el reloj fue colocado sencillamente en una bitácora y colgado al igual que las brújulas. Su regulador estaba compuesto de barras balanceadoras en forma de cruz, con un resorte redondo en cada extremo. Los resortes redondos presionaban durante la oscilación a dos discos que, teniendo un mecanismo especial, se alejaban en el momento en que el resorte se dilataba por el calor, pero que se acercaban cuando el frío contraía los resortes. Por esto la efectividad del resorte siempre era constante mientras funcionaba el reloj. Más tarde Harrison instaló otros relojes de longitud. En los años 70 del siglo XVIII Le Roy Berthoud, etc., en París. Ferdinand Berthoud tuvo los mismos méritos como relojero práctico que como buen escritor sobre relojería... El relojero londinense, *Joseph Emery* de Neufchatel hizo para el conde de Brühl el primer *cronómetro de bolsillo,* su contador de tiempo indicaba las longitudes geográficas en el campo... Muchos descubrimientos efectuados para relojes de longitud se usaron después en los relojes astronómicos y pasaron a un uso más general... *Reloj terciario*... Los relojes en general marchan según el tiempo real o según el tiempo que marca cualquier buen reloj de sol. Berthoud propuso en 1799 al Instituto Nacional de París que todos los relojes de París marchen con *un* tiempo medio, según el cual todo día tiene la misma duración. Igualmente, el astrónomo Mallet unificó los relojes de la ciudad en Ginebra. En toda Inglaterra los relojes son medidos según un tiempo medio [un *reloj* fue instalado para ese fin]. Para determinar exactamente el tiempo medio los astrónomos lo calcularon según las llamadas tablas de equivalencias. Un reloj fue instalado de tal manera que se pudiese observar el tiempo real y el tiempo medio, y por consecuencia se pudo calcular sin dificultad las equivalencias o diferencias del tiempo medio y del tiempo

122

real... *Reloj de equivalencias*. Carlos II de España tenía en 1699 un reloj de péndulo que indicaba el tiempo medio y el real. En Francia Le Bon hizo los primeros relojes de equivalencias en 1714. *Relojes de repetición o reiteración*. El inglés Barlow lo inventó en 1676. Relacionó el mecanismo de repetición, primero, con relojes de gran tamaño, más tarde con relojes de bolsillo. En los relojes de repetición de bolsillo de Barlow se tenía que colocar dos clavijas en el bastidor para repetir las horas y los cuartos de hora. *Quare* de Londres lo perfeccionó de tal manera que sólo había que apretar un pequeño botón en la suspensión del bastidor del reloj [para lograr tal efecto]. Se al-

canzó así el pleno desarrollo de los relojes de repetición... El arte de la relojería fue introducido en *Suiza*, *Ginebra*, *Locle* y *Chauxdefond* cuando en Alemania, Francia e Inglaterra ya había artesanos muy hábiles. En Locley Chaux de Fond*, desde hacía tiempo, los artesanos que se necesitaban para la fabricación de relojes vivían en la localidad; [es decir], los artesanos que hacen las ruedas y engranajes, cadenas y resortes, los horarios y manecillas, doradores, esmaltadores, gravadores, etc. Otros trabajadores, por su parte, confeccionaban las herramientas que necesitan los relojeros; las máquinas para confeccionar las ruedas, los instrumentos necesarios para la rueda de avance y la rueda con dentado de canto, para ruedas de repetición y cilíndricas, las partes para cortar el caracol, los instrumentos para nivelar, las máquinas para fresar o redondear los dientes, para girar los balancines, etc.; además el compás para corregir el engrane de las ruedas, el eje, el engranaje y otras partes semejantes, y ponerlos en posición vertical exacta; los tornillos de mano, el tornillo de banco; etc. Varios de los instrumentos o máquinas mencionados fueron inventados por los habitantes del país [suizos]. La mayoría de estos hombres ejercieron antes otro oficio y no habían estudiado la relojería... Desde *fines del siglo XVII se perfeccionaron los resortes del reloj*... Los resortes de Blakey se vendían con tanta rapidez y con tanto éxito, que instaló nuevas máquinas impulsadas por agua, con las que forjaba y pulía los resortes. En 1733... Se inventaron máquinas que podían colocar las cadenas, el resorte espiral y otras piezas con mucha rapidez... *Los relojes de madera de la Selva Negra* aparecieron por primera vez a mediados del siglo XVII en *Waldau*, en el condado de San Pedro. *Kreuz*, *Frey* y *Henninger* se llamaban los relojeros que pusieron en marcha esta industria... Como las ventas ascendieron muchísimo, se realizaron reformas para impulsar la producción. Las manecillas fueron impresas por gente idónea, al igual la fabricación de ruedas, campanas, bastidores, etc… Así el trabajo

*Aquí se escribe diversamente que en el primer caso. N. del T.

[artesanal] pasó a ser una producción fabril. Los *despertadores* ya existían en el siglo XIV y XV en los monasterios, pero sólo en el siglo XVII se confeccionó el mecanismo para relojes de bolsillo despertadores... *Relojes astronómicos artificiales*. Muy especial fue el reloj que se confeccionó bajo la supervisión del matemático *Conrad Dasypodius* en 1574 para la catedral de Estrasburgo... Al igual del de León hecho por Nicolás Lippius de Basilea en 1598... Ya en la Antigüedad, al ensamblar los engranajes *impulsados a mano*, se adornó el reloj con figuras que se movían, conducidas por ruedas u otras piezas apropiadas. *Autómatas*. (Ya en Homero, Gelio, Pausania, Polibio). Sólo en los tiempos modernos, cuando se conocieron

/24/ los relojes de resorte, se despertó nuevamente el interés de los artesanos por los autómatas... Farfler y *Hautsch* construyeron a mediados del siglo XVII un carruaje que avanzaba por diversos caminos sin tracción animal gracias a un engranaje oculto. [Hautsch] también fabricó un pequeño ejército con soldaditos a pie y caballeros que simulaban batallas. El flautista de *Vaucanson*, en 1738. El reloj más complejo de los mencionados es el de *Jakob Droz* de Chaux de Fond en la segunda mitad del siglo XVIII... Los *relojes de música* en los que las campanas, flautas, arpas, pianos, y otros instrumentos musicales tocaban armónicamente; ya existían en el *siglo XV*. *El medidor de desplazamientos* y *medidor de pies*, odómetro y podómetro, son todavía instrumentos del arte de la relojería. Están compuestos de diferentes ruedas que son accionadas por una persona [que avanza a pie] o por un carruaje; se numeran los pies de una vuelta de las ruedas, y, en consecuencia, se mide el camino recorrido. Ya *Vitruvio* describió el odómetro. En el siglo XV se conocía un medidor de desplazamientos con el que se medía la distancia recorrida por un barco... Cardanus fue uno de los primeros que escribieron sobre el mecanismo de las ruedas de relojería (59-188).*

2) *El arte de la papelería*. El hombre primitivo intentaba mediante signos, que representaba sobre diversos cuerpos, transmitir a la posteridad sus pensamientos y acontecimientos. Estos signos se grababan en piedras, minerales, plomo, madera, marfil, cera, etc. Esta manera de expresarse era muy dificultosa, en especial por la incomodidad de transportarlos a otro lugar. Por ésto se recurrió a objetos livianos. Primeramente a *pieles de animales y a hojas de árboles*; especialmente *hojas de palmeras*. Los trazos se graban con cincel de metal, madera o de hueso en la hoja, y después se las pintaba con aceites, que permitían que aparecieran los rasgos oscuros y legibles. Así

*Para Marx el reloj fue un instrumento esencial en la realización de la revolución industrial. N. del T.

124

practicaron [este arte] los antiguos egipcios y árabes. Todavía lo hacen algunos pueblos en la India. Los antiguos *jonios* escribían sobre pieles de animales disecados; los *romanos* y otros sobre *cortezas*, especialmente sobre la fibra liberiana que se encuentra bajo la corteza, de la que proviene la palabra *líber* [libro]. Los *romanos* y *egipcios* también usaron *lienzos*. Los *chinos* utilizaban, muchos siglos antes de la era cristiana, el *cotón* y *tafetán*. En vez de obrar con un cincel usaban un pincel. Finalmente, los egipcios inventaron el *papel*, preparado con una especie de junco, papiro o caña. Las membranas parecidas al líber en las cercanías de las raíces de estas plantas, especialmente las blancas y tiernas, se separaban por medio de una aguja; después se depositaban sobre una tabla de madera, unas

cruzadas sobre otras, y se las humedecían con las cálidas aguas del Nilo. [Después] se las prensaba (la presión y viscosidad [del agua] las adherían fuertemente, [y eran aún] pegadas con una especie de engrudo de harina; eran posteriormente secadas, prensadas nuevamente y alisadas con un diente o una concha). El papel poseía diferentes tamaños y calidades. Las capas externas de dichas placas de juncos permitían producir el papel ordinario; las interiores, el fino. Se utilizaban mucho antes de que reinara Alejandro Magno, y los romanos posiblemente ya lo conocían 600 a.C. Egipto proveía a todos los países orientales de papel. Como provincia tributaria tuvo que pagar una cierta cantidad de papel [como tributo] a Roma. Aureliano renovó y aprobó nuevamente este tributo. La gran demanda de papel movió a numerosas personas privadas a establecer plantaciones para producir papel en Egipto, de lo que hicieron buen negocio. *Charta Augusta* (*papel augustino*) *Charta Livria*. *Charta Claudia*. *Eumenes*, rey de Pérgamo, permitió que se produjera primero *Charta Pergamena* (pergamino), el que fue rápidamente codiciado por los romanos y griegos. *El papel de juncos de Egipto* fue usado hasta el siglo XI d. C. Desde este siglo se lo sustituyó en parte por el *papel de líber y por el papel de seda y de lana*, que son mucho más finos. El *papel de líber*, que se usaba en Galia hasta el siglo XII, era más resistente que el papel egipcio. Pero con el tiempo la capa fina superior se desprendía. Todavía hoy los chinos y japoneses producen buen papel líber de la morera (*morus papyrifera*) y los habitantes de Madagascar [obtienen] el líber del álamo. Los habitantes del Tibet y Tunquínea producen papel de cortezas y de raíces. Los Chinos hacían buen papel de la seda, con las envolturas externas de los capullos... *Papel de algodón o cotón*; se lo produjo primero del *algodón en rama*, después del algodón en *hilo*. Parece que fue inventado en Sina. Llegó de ahí a Bucara y se lo produjo en Samarcanda a mediados del siglo VII. Los árabes también lo conocieron cuando

125

conquistaron la ciudad en 704. Los griegos adquirían su papel del algodón de Bucara; con los griegos llegó a Roma, Venecia y de ahí a Germania. Todavía es poco frecuente y se emplea sólo en los documentos extremadamente importantes; en estos casos también se usa pergamino. En ese entonces se podía producir en Europa. Sólo en el siglo XI con los *árabes*, desde Africa se introduce en España, en donde a principios del siglo XII se instalaron *fábricas de papel algodón*. También en *Sicilia* existió una en 1102. En Inglaterra no se conoce un documento de papel algodón anterior al 1049. En todos los países civilizados se usaba generalmente hasta *fines del siglo XIV*. Desde *principios del siglo XV* fue desplazado por el *papel de lino*. Entonces se observó que de los *trapos* se hacía mejor papel que del material nuevo y sólido, porque ya había sido mojado y trabajado y,

quizá por casualidad, se mezclaron papel de *lino* con el de algodón,
y se observó que con los trapos de lino se producía mejor papel
que con el de algodón. Parece que el *descubrimiento* se produjo a
fines del *siglo XIII*. En *Alemania* los *documentos en papel de lino*
más antiguos proceden de 1308. Parece que se descubrió ahí...
Poco después del invento de la pasta de trapos se crearon instalacio-
nes para moler y machacar dichos trapos. Los primeros molinos pa-
peleros: *molinos de mano*; después de una serie de años Se constru-
yeron *molinos hidráulicos para papel*. Así se inició la producción
del papel en grandes cantidades. Al conocerse el papel de lino ya
funcionaban seguramente molinos hidráulicos para papel de algodón.
Los primeros *molinos para papel* eran muy rudimentarios. Tenían
apisonadores o martillos pesados y cortantes, que ascendían por me-
dio de un árbol de leva; los géneros que habían sido seleccionados y
cortados con un machete se los apisonaba. [El procesamiento de] los
trapos no mejoró mucho hasta que se descubrió al molino apisona-
dor, con nueva *transmisión*. Los trapos no eran disueltos perfecta-
mente al molérselos; todavía conservaban pequeños y numerosos
nudos. Con largos trabajos [se desanudaban]. El proceso por el que
se forman [los trapos] es por medio de arcos, que ya se conocían
en el siglo XIV. Funciona por medio de un alambrado (todavía no
tejido, sino entrelazado) parecido al [que se usa] hoy. El *molino para
papel más antiguo* de Europa es el que está en el castillo Fabriano,
en territorio de Ancona, que es mencionado por el jurista Bartolo en
1340. *Alemania* también tenía en el siglo XIV muchos molinos para
papel. Nuremberg instaló el primero de grandes dimensiones en 1390.
Los Países Bajos, Francia, Inglaterra, Suiza siguieron poco después.
/25/ Sólo en el primer cuarto del siglo XVIII se inventa una *máquina
cortadora de trapos*, conocida pronto en Alemania... Hasta *fines
del siglo XVII* los trapos eran transformados en una masa pastosa,

126

por martillos y apisonadores por transmisión, en semiproductos o
pasta fina de papel. Luego se inventó en *Alemania* la máquina mo-
ledora de papel, llamada la *holandesa* o la *máquina holandesa*. Un
cilindro, compuesto por varios tubos de hierro [era colocado] en
la resistente cuba de madera de la rueda hidráulica, que con ayuda
de un engranaje giraba y molía los trapos, que eran arrastrados des-
de un dornajo. Los alemanes no apreciaron la importancia de la má-
quina y no la usaron. Los holandeses en cambio sí la adoptaron.
Primero, la usaron con molinos de mano, y después de algún tiempo
se impulsaba con aletas. Los holandeses observaron pronto, que los
tubos de hierro del nuevo molino producían muchas manchas de óxi-
do. Las cambiaron por tubos de latón, y después con aleaciones de
metales más resistentes. Los ingleses y franceses adoptaron este ade-
lanto... Los holandeses, ingleses y franceses no sólo seleccionaron

los trapos antes de ser molidos, sino que también los limpiaban del polvo y suciedades. Para limpiar [los trapos], los ingleses inventaron, a mediados del siglo XVIII, una lavadora... Calidad del papel holandés y el *de sus fábricas papeleras*. En Holanda se tomaban muchas precauciones al seleccionar los trapos. El limpiado con agua se hacía por medio de una *purificación con agua*... El blanqueo de los trapos normalmente era muy difícil. A fines del siglo XVIII también se usó para esto el ácido de sal común; también en forma gaseosa... Así se produjo el papel, *colocado entre fieltros*, y se *apilaba en un rodete o bulto* que tenía que ser presionado fuertemente para que, en parte, expulsase el agua; y, en parte, para que adquiriera solidez. Durante mucho tiempo se usaron en este proceso las llamadas *prensadoras de barras o prensas de palanca*, que eran puestas en movimiento por cinco personas. Después de mediados del siglo XVIII llegaron las *prensas hidráulicas* en tres modelos, la *prensa de extrusión de tornillo sin fin*, *prensa hidráulica de cable y la prensa de ruedas hidraúlicas*. El papel destinado para escribir era *encolado*. Antes del descubrimiento de la imprenta para libros, acontecía que todos los papeles, y hasta los mismos primeros libros, se los imprimía sobre papel encolado. En el *siglo XVI* se observó que era más cómodo prensar papel no encolado, y que, en el momento de la encuadernación, se lo podía encolar fácilmente. Al usarse esta técnica, el *papel de imprenta* costó la mitad... Había que *secar* el papel impreso. Entre listones y barras se encontraban los cordones para *tender*, en los que se colgaban los trozos de papel. Como los cordones de cáñamo se ensuciaban fácilmente, los papeleros adoptaron más bien cuerdas de pelo de caballo. Los holandeses usaron también unos tubos finos traídos de España en vez de cordones... Casas secadoras inglesas... *Alisamiento* de los papiros. Originalmente se tomaba una piedra pu-

127

lida que estaba sujeta a una barra de madera y se la frotaba sobre el papiro, que se colocaba sobre una mesa. Más tarde se simplificó el trabajo, dejando que la barra pasase encima de mesas lisas en una charnela, y así podía ser movido con más facilidad por la mano. En el primer cuarto del siglo XVIII, los *holandeses* trataron de alisar el papiro con un *laminador* o máquina cilíndrica. No tuvieron éxito. Pero lograron más tarde mejores resultados los ingleses y franceses... Ya que algunos papiros no eran blancos, sino amarillentos, los holandeses usaron primero [el método del] azular, con una mezcla de *almidón blanco y esmalte*, que se colocaba en la pasta fina del papel, y daba una apariencia azulada... Los holandeses producían el papel en auténticas *fábricas*. En cada oficio se empleaba en los molinos para papel gente especializada y así se trabajaba más rápido y mejor que entre los papeleros alemanes. Los holandeses poseían una fórmula de fabricación secreta. Mientras que ellos lo hacían *al*

por mayor, los alemanes sólo trabajaban artesanalmente. Antes, la mayoría estaba incorporada a gremios... Se experimentó (pero sin éxito), y todavía se experimenta hoy en día, la producción de papel a partir de *cualquier tipo de producto vegetal*. Hace 40 años lo demostró *Jacob Christ. Schäfer*, *superintendente de Regensburgo*... Ensayó la posibilidad de producir papel con paja, hojas de árboles y otras partes de plantas (en *1771* Schäfer editó sus "Experimentos y fórmulas para hacer papel sin trapos"). En 1785 los franceses Leorier, Delisle y Anisson Duperron de Langlé, cerca de Montargos, fabricaron conjuntamente un papel de manufactura vegetal. El papel de manufactura de paja del inglés Koop de Millbank, cerca de Londres, era aún de mejor aspecto (obtuvo su patente en 1801) (189-238).

3) *La encuadernación.* En el siglo XV se le reconocía ya como oficio. En la antigüedad sólo existían libros en rollos (volumina) *o libros con forma de acordeón o libros plegados*. Más tarde se ataron dichos pliegos con correas; como tapas, superior e inferior, se colocaba un par de resistentes tablas de madera, que se unían en el dorso con alambre o cuero, y en la parte anterior con dos cordones. Este tipo de unión se usó frecuentemente hasta fines del siglo XI. *Los monjes* se ocuparon especialmente en la técnica de atar libros. Desde el *siglo XII* se empezaron a usar tablas más finas como tapas de libros. Se la cubría con cuero de cerdo o de becerro y sus puntas eran herradas con latón. Se ajustaban a los extremos opuestos de ambas tapas unos anillos de hierro; se juntaban los dos anillos y se colocaba una barra o cadena entre ellos. Sólo a *principios del siglo XV* se perfeccionó el arte de *encuadernar* las hojas escritas o impresas, y se las *encolaba*

en la trastapa a una tabla de madera. Había artesanos que sólo se ocupaban de la encuadernación de libros. Nuremberg ya tenía en 1433 encuadernadores agremiados. En la *primera mitad del siglo XVI* aparecieron libros confeccionados a mano con buen gusto por encuadernadores, por ejemplo, con tafilete rojo, etc. En el siglo XVII se conocieron las encuadernaciones llamadas *inglesas y francesas*. Tapas de cartón. La mayoría cubiertas con papiro. Cobertores con *papiro teñido* sólo se fabricaron en el *siglo XVIII*. Hace unos veinte años se descubrió en Inglaterra un método para encuadernar los libros sin agujas ni hilos. Bistaux lo practicó ya en 1785 en París (238-243).

4) *Física óptica, otras especialidades físicas e instrumentos científicos*. *El pulido del vidrio* permitió la fabricación de los vidrios ustorios y de los vidrios de aumento. Los griegos ya conocieron vidrios ustorios, pero no en *forma de lentes* (lente de vidrio, vidrio lenticu-

lar) que poseyesen sus dos superficies convexas. Sólo se usaban segmentos de esferas de vidrio que eran acercadas a los objetos, [y con rayos del sol] producían fuego. Los antiguos no dieron importancia al hecho de que los vidrios *aumentaran* la visión de ciertos objetos. La primera huella cierta del uso de lentes de aumento procede de los árabes *alacios en el siglo XII*. *A fines del siglo XIII* se descubrieron los anteojos. Gracias a *Roger Bacon* se conocieron por primera vez los anteojos y otras formas de *lentes*. *Maurolycus* (F. M. *Theoremata de Lumine et Umbra*, Lugduni, 1613) señaló, por vez primera, que los rayos de luz se reúnen gracias al vidrio convexo, y que con un vidrio cóncavo se dispersan por medio de la refracción; y que los primeros son convenientes para ver más lejos, los otros para ver más cerca. *Máquina pulidora*, *molino esmerilador*. El molino más antiguo lo perfeccionó Hook (1655). Más tarde se descubrió otra máquina pulidora... Los *vidrios ustorios* no tuvieron mayor uso hasta fines del siglo XVII. Se utilizaban con más frecuencia los espejos *ustorios*. A fines del siglo XVII Tschirnhausen, en Oberlausitz, instaló una máquina pulidora de vidrio, para vidrios ustorios de mayor tamaño.
/26/ Es de tenerse en cuenta el uso de los *catalejos o telescopios* con varios *aumentos*. Los usos del microscopio sencillo se conocían poco aún después del descubrimiento de los anteojos. Más tarde se le destinó como instrumento para naturalistas y técnicos. *Zacharias Jansen* de Midelburgo descubrió el primer *microscopio* completamente ensamblado a fines del *siglo XV1*. Era óptico de profesión. Poco después, durante la *primera mitad del siglo XVII*, *Toricelli* produjo microscopios más precisos. Fundió pequeñas esferas de vidrio a la lámpara. El inglés Wilson en 1702 consiguió importantes mejorías

129

en los microscopios. *Microscopio solar*. Lieberkühn logró en 1738 una estructuración completamente nueva...Ya en el siglo XIII, ó antes, se usaron cilindros sin vidrios para leer con más exactitud; se impedía así el reflejo lateral de la luz. Roger Bacon explicaba el fenómeno del *aumento* de objetos distantes, pero no hay señales de que haya conocido el *catalejo* en debida forma. *J.B. Porta* (*Magia naturalis* etc., Nápoles, 1558) hablaba de la unión de un vidrio cóncavo con uno convexo, gracias a lo cual objetos distantes se les podía distinguir con mayor tamaño y con más nítida precisión. El auténtico catalejo se lo conoció en Holanda, sólo en *1609*. El primer telescopio lo construyó Jansen en 1590. En 1608 el uso de los catalejos era frecuente, muy pocos sin embargo los sabían producir. Por esta causa eran sumamente caros. Cuando *Galileo Galilei* tuvo conocimiento del descubrimiento de Jansen, en 1609, colocó dos vidrios, uno convexo y otro cóncavo, en un tubo cilíndrico de plomo... *Catalejo de Galileo*. Europa aprendió a producir mejores catalejos gracias a Galileo, y muy especialmente a usarlos en la astronomía. Después

Kepler. Catalejo astronómico. Explicó correctamente por primera vez la teoría del catalejo. Esto permitió que muchos artesanos mejoraran notablemente la producción de estos instrumentos. Para mucho aumento se necesitaban catalejos de gran longitud. A mediados del siglo XVII los catalejos eran demasiado largos. Estos catalejos eran muy incómodos en su uso. Por ello, Hartsoeker propuso que se los fabricara sin tubos, y se colgaran sus componentes al aire libre, por ejemplo, en la copa de un árbol, etc. Huyghens mejoró el *catalejo sin tubo*, etc. Todos estos artificios para obtener grandes aumentos eran muy rústicos. Las deficiencias fueron superadas por el *catalejo acromático y el telescopio de espejos*... Con la teoría de Euler la fabricación de catalejos se simplificó. Con el descubrimiento de Newton, sobre los diferentes tipos de refracción de la luz, se pensaba que la dispersión de la luz en rayos de color producía imágenes borrosas. Euler intentó, en 1747, corregir este error basándose en los métodos anteriores, con ayuda de agua y vidrio, lo que ya había propuesto (1697) D. Gregory anteriormente. Pero ni el mismo *Euler* ni el sueco Klingeristierna pudieron llevar.a cabo coherentemente, sin errores, la *teoría de Euler*. Solamente el inglés *John Dollond* (óptico), por casualidad, pudo obtener, después de numerosos experimentos, una refracción sin colores. Construyó (1757) catalejos dióptricos de poca longitud con grandes orificios y aumentos. Clairaut expuso una teoría completa de los vidrios acromáticos de Dollond... *W. Herschel* (músico de profesión, pero al mismo tiempo un genio mecánico) construyó en 1788 un telescopio de espejos que tenía 40 pies de largo. El *telescopio* producía un aumento

de 3,000 veces... Los lentes de aumento y los vidrios ustorios, como el espejo ustorio, en un principio lo confeccionaban en esa época aficionados, y no constituían todavía una profesión. En la época del restablecimiento de las ciencias, ya había *artesanos especializados en lentes*. Más tarde éstos fueron los *ópticos*, cuando se descubrieron los catalejos... Todos los *instrumentos matemáticos y físicos* se perfeccionaron, tal como lo requería [la ciencia] en el siglo XVIII, especialmente a fines de este siglo... Los antiguos astrónomos y geómetras usaban los *transportadores, astrolabios y cuadrantes*. Se produjeron avances fundamentales en el siglo *XVII.* En el siglo XVIII Ludwig Andreä de Nuremberg y Endersch de Elbingen se hicieron famosos porque fabricaban globos terráqueos y esferas celestes económicos (244-286).

5) *Instrumentos musicales*. Los instrumentos de viento se inventaron en primer lugar. Los alemanes inventaron la *flauta transversal* con siete agujeros y una lengüeta. Denner, un flautero nuremburgués, inventó el *clarinete* en 1690. Los *órganos* [de viento] le deben su pro-

cedencia a los *órganos hidráulicos*, que se presume los descubrió Tesibio de Alejandría. Los órganos que funcionan [con pedales de] pie y manos, sin [molino de] agua, tienen su origen en Alemania, al parecer a *fines del siglo XIII ya principios del siglo XIV*. [Eran] muy toscos. Uno de los primeros órganos alemanes de este tipo, se transportó a Venecia en 1312. El alemán *Bernhard* (organista de la corte de Venecia) inventó en la segunda mitad del siglo XV *el pedal*. Otro alemán inventó la *tienda para afinar*, en donde los tubos del órgano eran controlados gracias a registros especiales. En 1575 el constructor de órganos de Nuremberg, Georg Voll, descubrió los registros pequeños, que al conjuntarlos son conectados al fuelle. De Alemania, el invento del órgano se expandió por otros países...
El *piano* lo descubrió en 1717 *Christian Gottlieb Schröder* de Hohenstein, en Sajonia. En Italia se presume que lo inventó en 1719 Bartolo Christofoli de Padua... El arpa eólica se descubrió a fines del siglo XVIII... La teoría de Euler permitió el inicio de una mejor fabricación de estos instrumentos (286-306).

Séptimo capítulo. La preparación de distintas mercancías para muy diversas necesidades.

1) *El arte del torneo*. El trozo de madera que se desee procesar es prensado por un par de pernos; con discos, rollos y cuerdas es fija-

do. Los instrumentos cortantes son manejados de tal manera que el trozo de madera adquiere una forma determinada... *El arte de tornear*... También el trabajo con carey es parte del oficio del tornero... Molinos para torno... Molinos para tornear cañones y para perforar.

2) *Trabajos en cuernos*. Peines de cuernos, los peineros son muy antiguos, eran ya conocidos por Horacio y Cicerón... Linterna de cuernos entre los chinos...

3) *Mercancías de corcho*. El corcho es la corteza [se obtiene] de una especie de encina, que crece silvestre en el sur de Europa (Q*uercus suber*). [Las cualidades] de esta corteza consisten en: elasticidad, poco peso, dificultad de los líquidos para traspasar sus poros. Los romanos ya lo usaron como plantilla para zapatos, tapones, para cerrar las aberturas de los barriles. Mas tarde el uso del corcho se extendió muy especialmente como tapón. Los antiguos utilizaban con mayor frecuencia los tapones de barro. Sólo *en el siglo XV* fue usado para tapar botellas de vidrio, al mismo tiempo en que aparecían las mismas botellas. Anteriormente el corcho se usaba sólo para plantillas de zapatos. En las farmacias alemanas los tapones de corcho se conocen sólo a *fines del siglo XVII*. Con anterioridad los objetos de vidrio y las botellas se tapaban con tapones de cera. Cuando el corte del corcho constituyó un oficio autónomo, se inventaron nuevos instrumentos con este, [por ejemplo] mangos. Un trabajador corta hoy entre 1,500 y 1,600 tapones diarios... Chalecos y botes salvavidas se fabrican con corcho.

4) *Confección del pandeo*. *Knickermühlen** impulsado por agua.

5) *Objetos pequeños fabricados con madera*. Juguetes nuremburgueses, etc. Cajas, coladoras, etc. Máquina de virutas o cepilladora para prespán, virutas para zapateros, etc.

/27/ 6) *Tonelero*. En la antigüedad se usaron barriles de barro con grandes aberturas [superiores], pero también se conocían los toneles de madera. Los toneleros fabrican desde hace tiempo cubetas, tinas, baldes, jarras de madera, etc. Los instrumentos y las maniobras de los toneleros eran tan sencillas que no se mejoraron mucho desde el Renacimiento. Los sabios se esforzaron por calcular el volumen interior de los barriles y el perfeccionamiento de su forma. A fines del siglo XVI y a principios del XVII se descubrieron reglas para *calcular*

*Sin traducción. N. del T. (¿moldes de madera para vidrios soplados?).

el volumen de los barriles. Finäus, Köbel, Helm, Jacob, Helmreich y

Zohnsen. Mejoraron [su conocimiento] Beyer, Clavius y Kepler. En el último cuarto del siglo XVII Coswell empleó por primera vez la línea parabólica y elíptica para calcular la curva de la duela. En el primer cuarto del siglo XVIII, *Haase* calculó analíticamente el contenido de barriles llenos y vacíos. Poco después el sueco Polhem mostró que la cisoide coincide con la forma de los barriles más curvos, etc.

7) *Carretero o carrocero*. En la producción de carruajes, además de trabajar el carretero, también lo hacen otros artesanos: silleros, herreros, cerrajeros, cinturoneros, torneros, pasamaneros, vidrieros, pintores, barnizadores, doradores, etc. En tiempos recientes existen ya algunas *fábricas de carruajes*, en donde dichos trabajadores están reunidos [en un lugar] y pueden así intercambiarse los instrumentos [uno a otros] rápidamente... La mejoría más importante con respecto a las carretas antiguas fue que se colgó toda la caja del coche de correas... *Carretillas*... En el siglo XVIII se realizaron muchas mejorías en la construcción mecánica de los carros... Empleo de dichos [objetos]... Vagones carboneros ingleses... Vagón que avanzaba automáticamente, sin enganche anterior a un tiro y que se mueve con ayuda de un engranaje. Ya habían sido construidos en el siglo XVI y XVII por los artesanos nuremburgueses Farfler y Hautsch.

8) *Cordelero*. Las cuerdas, cordeles y sogas son confeccionadas de cáñamo; hilo para atar, cinturones, etc.... La *rueda de poleas* es muy antigua... En el siglo XVIII hubo mejorías, después que científicos efectuaron algunos estudios. Así se encontró que las cuerdas retorcidas y flojas son más resistentes que las retorcidas con exceso, y que las cruzadas son más resistentes que las retorcidas. Las cuerdas son empleadas en usos específicos, [y cada una de ellas] debe tener una resistencia determinada. Las más delgadas deben poseer mayor calidad. Por ello se buscaba con preferencia producir cuerdas *cruzadas*. (Las cuerdas delgadas no pesan tanto y son más flexibles que las gruesas; son más fáciles de producir, ocupan menos espacio, no se gastan ni se pudren tan rápidamente, etc.). Se *tejieron cuerdas tubulares*. Sólo se necesitaban hilos paralelos retorcidos sin fuerza extrema y entrelazarlos en la trama de los hilos, para que permanezcan en posición adecuada. Para ésto se inventaron nuevos tipos de telares (306-358).

TERCERA SECCIÓN. HISTORIA DE LAS PREPARACIONES MECÁNICAS Y QUÍMICAS.

Primer capitulo. La preparación de los sombreros de fieltro. Macera-

133

ción para preparar los pelos para ser fieltrados. Agua fuerte con mercurio disuelto, a fin de que el pelo obtenga la curvatura necesaria.

Segundo capítulo. Trabajos tendientes a la producción de metales.

1) *Bocartes y lavanderías*. Los antiguos descubrieron que para fundir algunos minerales era muy conveniente *bocartear* o *triturar*, *lavar* y decantar [el mineral], en parte para fomentar el flujo, en parte para que con pérdidas mínimas se obtenga el metal. Los minerales eran triturados (ver entre otros a Diodoro y Plinio) sólo con morteros en polvo natural, que era molido en un molino de mano para después ser decantado y lavado. El lavado de los minerales bocarteados (o los *minerales de granos pequeños*) se realizaba con una *criba*. Pero para el lavado de la arena aurífera se necesitaban pieles sin curtir. *Alemania* usó todavía durante *todo el siglo XV* cribas y morteros para bocartear y lavar los minerales. *Francia* no tuvo hasta *1579* otros instrumentos para bocartear que los mencionados. En Alemania se inventaron en los *primeros años del siglo XVI los bocartes o molinos para fraccionar minerales* con apisonadoras, que trituraban los minerales en ábacos de bocarte. Se colocaban las apisonadoras cubiertas de hierro delante del eje de la rueda hidráulica, la leva del eje levantaba, mientras se movía, a las apisonadoras. Al principio sólo existían *bocartes secos*, ésto significa, que no entraba agua al ábaco del bocarte. Pero cuando se trabajaba con los bocartes, se desprendía tal cantidad de polvo de los minerales triturados, que los trabajadores no lo podían resistir; la separación [de los componentes] por fundición tampoco funcionaba adecuadamente. Por esto, se tuvo la idea de *bocartear con agua*. Algunos minerales que no pueden entrar en contacto con agua son bocarteados hoy en día todavía en seco. Ya en el siglo XVII el mazo del bocarte y el dornajo del bocarte fueron instalados con mejores métodos; especialmente en el siglo XVIII... Los componentes esenciales de la lavandería son: *las fosas* por lo menos 8 ó 9, en un desnivel determinado y comunicadas con desagües. En estas fosas el mineral bocarteado es conducido por medio de agua y se precipita según sus pesos diferentes en las fosas o en el desagüe ... *Mesa de percusión*: es la mesa que se mueve durante el lavado. *Las cribas o coladoras* para colar los minerales de grano fino bocarteados, que al principio fueron muy sencillas, más tarde se perfeccionaron con instalaciones mecánicas para que sacudan automáticamente [los minerales] Ahora se llaman *coladoras* o *máquinas coladoras*.

2) *Fuelles*. El hombre primitivo debió descubrir que el fuego arde más vivamente cuando se le atiza, y mientras más llama tiene más fácil se licúan los metales y otras sustancias. El método más antiguo

de avivar el fuego es el de agitar un pedazo de piel, unas hojas de árboles o ramas muy compactas. Más tarde se usó un tubo por el cual se soplaba aire sobre el fuego. Pero era muy incómodo soplar con la boca, a través de un cilindro, el aire que necesitaba el fuego. Se descubrió así el *fuelle de cuero*, por el cual, con la sola presión de la mano se despedía sin cesar una cierta cantidad de aire del recipiente por una cavidad que estaba comunicada a aquél. Los antiguos *griegos* ya lo conocieron. Los grandes fuelles a mano de este tipo eran usados en los talleres de fundición. Hasta *principios del siglo XIV* fueron usados en los talleres de fundición sólo con el inmenso sacrificio de fuerza humana. En esta época aparecieron los primeros *barquines*, activados por medio de ruedas hidráulicas. Habitualmente se colocaban dos fuelles juntos de tal manera que mientras uno se llena de aire el otro lo expele. En el caso de los fuelles de *cuero* se encontraron desperfectos. Se rajaban con facilidad; eran muy caros y de poca durabilidad; el agua, al igual que el fuego, los perjudicaban mucho, etc. Así se llegó a los barquines de *madera*. Resistían diez veces más que los de cuero, necesitaban pocas reparaciones, y éstas eran más baratas; su efecto era más eficaz, con mayor fuerza y regularidad. Se inventó en *Alemania*. Pareciera que lo descubrió Hans Lobsinger de Nuremberg antes de la mitad del siglo XVI. A fines del siglo XVII un alemán lo llevó a *Francia*; en *Inglaterra* todavía no se conocía. En Alemania, a los fuelles de madera se les llamó *fuelle de cajón*. Con el tiempo fueron perfeccionados, se instalaron más eficazmente y se les dio mayor tamaño. A los *suecos* se le debe mucho si se toma en consideración la forma: la elección de la materia, la manera de atar los dedales, el fuelle y los talleres de fundición en general. Los *ingleses* inventaron en el siglo XVIII (John Wilkonson) e*l fuelle cilíndrico hidrostático*. Los fuelles hidrostáticos ya eran conocidos en el siglo XVII. Mariotte los menciona (1686). Grignon sostiene que fue inventado en Italia en 1640. Pero, el fuelle inglés es más manuable y eficaz. El inglés Humblower inventó pequeños fuelles hidrostáticos para las herramientas (1802). En el siglo XVIII también se descubrieron *máquinas de soplete*, en las que el agua transformada en vapor ocupa el espacio del barquín. Se aprendió rápidamente la fundición de materiales y de cuerpos que resistían al efecto del fuego de hornillo, por medio de una *corriente de gas de oxígeno*. Para esto se instalaba [en el fuelle pequeño] una cápsula comunicada al tubo. Hubo también instalaciones más complejas, tanto con fuelle grande como con el pequeño.

135

/28/ 3) *Aserraderos.*

4) *Hornos.*

5) *Fundición*. Se hicieron experiencias con minerales (metales) difíciles de fundir y para lo cual había que realizar aleaciones con hierro. En otros casos había que agregarle carbón de piedra, para que los metales se volvieran broncos. *Sustancias para fundición*. Ayudan a la fundición; se conocían desde hace tiempo. Por tal motivo, por ejemplo, un auxiliar en la fundición de minerales de plata o plomo era el hierro, que anteriormente ya estaba *granulado*, se lo dejaba gotear en estado líquido en agua. Una enorme *granuladora* o *graneadora* fue instalada en Hartz, en 1772 para granular el hierro.

6) *Amalgamadoras*. Se trata de grandes instalaciones en donde el oro y la plata Son extraídos de otros minerales con ayuda del mercurio, lo que normalmente acontece sólo por medio de fuego muy intenso. Fue inventado y aplicado en la América meridional por los españoles. El sajón Bergrath Geller descubrió en Alemania el proceso de *amalgamar* en frío.

7) *Preparación del acero*. Entre los antiguos existieron grandes talleres de acero... *El acero de fundición* es fabricado hasta hoy en grandes cantidades en Alemania, especialmente en Steinmark y Kärnthen. También se le llama *acero alemán*. Cuando se quiere fundir sólo hierro se deja que se queme el carbón; al producir en cambio acero, esto no debe acontecer, porque la mezcla de hierro con el carbono constituye el acero. Por esto, el hornillo debía ser cubierto con polvo o pequeños trozos de carbón, que eran humedecidos y fraccionados, para que toda la instalación estuviera cubierta de escorias [de carbón]. El invento del *cemento* o *acero-cementado* es más reciente, y se obtiene por medio de acero con polvo de cemento, en el que son colocadas las barras de hierro, como en una caja de hornillo, con ayuda de un fuego vivo. Los ingleses se ocuparon especialmente en esta técnica. El cemento sólo es polvo de carbón. Para ésto se necesitaban buenos *hornos de cemento*. *El acero fundido o al crisol* fue conocido por primera vez a mediados del siglo XVIII en Inglaterra; hasta hace pocos años sólo se lo producía allí... Por medio de soldadura se acera el acero en el crisol... Los ingleses descubrieron la técnica de forjar hierro fundido... La dureza se alcanza al sumergir el acero al rojo vivo en agua fría.

8) *Preparación del latón*. Algunos metales amalgamados en su estado natural no podían ser separados adecuadamente por los antiguos.

136

Usaban la amalgama como si fuera un metal, por ejemplo el electrum, que estaba compuesto por oro y plata. También el estaño (stannum) no estaba compuesto de estaño puro, sino de estaño y plata. Este estaño hace 100 años todavía, bajo el nombre de *Halbwerk*, se usaba para manufacturar diferentes tipos de recipientes. El *aurichal*-

cum (latón) era muy apreciado por los antiguos, y lo fabricaban primero de cobre con estaño, más tarde de cobre con óxido de cinc (ocalamina). Rápidamente hubo *latonerías*. Cuando se notó que el cinc le daba al cobre otro color y propiedades diferentes, convirtiéndolo en latón, aparecieron otras composiciones, metales preciosos, semilor*, etc. Tombaga o tombago, etc. Cobre o fosfuro de cobre con la dureza del acero.

9) *Mecanismos de percusión*. Los antiguos no sólo fundían y vaciaban a los que ellos llamaban *metales*, sino que también los forjaban, repujaban y remachaban. Para los griegos era hasta más normal repujar los metales que la fundición propiamente dicha. Los instrumentos usados por los antiguos como el fuelle, martillo, yunque, tenazas, etc., se propagaron hasta en la época moderna. Sólo se emprendió en el siglo XIII y XIV la instalación de *grandes máquinas de percusión*, para laminar o conformar metales, especialmente hierro, cobre, latón y plomo en barras o latas, por medio de pesados martillos de hierro, que eran impulsados por un eje hidráulico con levas. Al principio, igual que [en el caso de] todos los molinos, [la máquina] dejaba mucho que desear. En el siglo XVIII se perfeccionaron mucho, especialmente en lo que concierne a la forma de los dedales, la construcción de las ruedas hidráulicas y el uso de la caída de las aguas que movilizaban el mecanismo, así como los bocartes y la máquina de soplete. Los estudiosos suecos [trabajaron] en especial [en esto].

10) *Cortadores*.

11) *Talleres de estaño*. Se machacó el estaño en finas latas. Como por ejemplo en las fábricas de vidrio con azogue... El *laminado de hierro* en barras y latas fue un invento inglés; pero en Francia y Alemania ya hacía mucho que se laminaba el plomo en rollos; el invento sólo afectó a la fabricación del hierro y a la perfección de sus laminadoras.

---
*Sin traducción al castellano. N. del T.

137

12) *Fábricas de lata o mecanismos de percusión para producir latas de cobre*. Latas de cobre. Latas de hierro. Latas de estaño. Por medio de los diferentes mecanismos de percusión [se producían latas] (361- 432).

Tercer capitulo. Objetos auxiliares para comer y tomar.

1) *Vasijas e instrumentos de cocina en cobre y hierro*. Los antiguos ya conocían ollas, cacerolas y recipientes de diferentes formas. También *estañaban* la parte interior de las cacerolas y vasijas, conociendo la solubilidad dañina del cobre atacado por ácidos vegetales. Las vasijas de hierro se estañaban gracias a la tintura negra. [Este procedimiento] se inventó en Alemania en el *siglo XVII*... Los recipientes de hierro o cobre se *esmaltaban* o *vidriaban*... En el siglo XVII Dionysius Papin mostró los resultados del retener los vapores al cocer en una olla normal, interiormente estañada; en su honor se denominaron *ollas Papin* (1681). Esta olla era común, recubierta en su parte interior de cobre estañado; tenía una tapa que por medio de un tornillo de hierro podía ser cerrada y ajustada perfectamente. Para que no hubiese riesgo de que explotara, se le colocó una *válvula de seguridad*, que en el momento en el que la presión de los vapores aumentaba, se abría automáticamente... En el siglo XVIII hubo instalaciones para cocer con vapor... Recipientes para hervir de madera. Aparatos de cocción de madera.

2) *Asadores o asador giratorio*. Ya en el siglo XV los hubo muy complicados, que funcionaban con humo...

3) *Tambor para tostar café y molinillo para café. Nuremberg.*

4) *Estañero y peltrero*.

5) *Objetos esmaltados.* Los japoneses y chinos conocen desde antiguo el arte de confeccionar latas, vasijas y baterías de cocina con un hermoso esmalte. Los ingleses copiaron el secreto de este arte a los japoneses. Birmingham... El *esmalte en cuero* es un invento inglés.

6) *Objetos chapeados*. A mediados del siglo XVIII aparecieron en Inglaterra los primeros objetos chapeados en plata. Sheffield fue el lugar principal. Los *botones* fueron los primeros objetos chapeados que se confeccionaron.

7) *Preparación de cucharas*. Las cucharas más antiguas se labraban en madera. Las primeras cucharas metálicas se repujaban. Más tarde también se fundieron y se les retocaba con limas. Las cucharas más apreciadas fueron las de plata, confeccionadas por plateros. Las cucharas deben pasar por más de treinta procesos, desde que se las forja hasta que se las pule. La primera fábrica de cucharas se fundó en 1710 en los Montes Metálicos, en Sajonia.

8) *Fábricas de cuchillos y tenedores*. Cuando en Alemania terminó la época de la anarquía, muchos armeros perdieron su empleo. Para subsistir su antiguo oficio trabajaron en cuchillerías. Así, los cuchillos circularon en usos de los más variados... Hace todavía tres siglos los tenedores, también productos de las cuchillerías, no se les conocía. En tiempos antiguos existían instrumentos con forma de tenedores, instrumentos con dos o más dientes, pero de ninguna manera para su uso en la mesa. Eran usados en última instancia para sacar la carne de las ollas hirvientes. *Hasta fines del siglo XV* se comía con las manos en toda Europa en vez de usar el tenedor, al igual que hoy entre los turcos. Se usaron por primera vez en Italia. La expansión del tenedor fue muy lenta. A fines del siglo XVI hasta en la misma corte de Francia eran muy raros. El inglés *Th. Coryate* lo describe por primera vez en *1608* en Italia, y lo introdujo a Inglaterra en el mismo año. Por ésto lo llamaron *furcifer*. En España todavía hoy es muy desconocido. La mejoría de los cuchillos y tenedores, especialmente producidos en Inglaterra, se produjo gracias al perfeccionamiento del acero que se usaba para su fabricación, y también por el adelanto en las técnicas del forjado, para /29/
alcanzar mayor dureza, del alizar [el fuego], de limar y pulir... Sólo en los tiempos modernos algunos de los más hábiles fabricantes ingleses lograron trazar la línea recta con más precisión [en el acero], procedimiento necesario para fijar los diferentes colores en el acero endurecido (433-476).

Cuarto capítulo. La confección de diferentes implementos para vestimentas, adornos, lujos.

1) *Confección de botones*. Los botones de metal en su mayoría eran de baja calidad; los confeccionaban los talabarteros. En Nuremberg ya trabajaban botoneros gremiales en 1370, cuyo oficio consistía en la fabricación de botones. Las máquinas para la fabricación más rápida de los botones fue perfeccionada por Boulton. Birmingham.

139

2) *Fabricación de hebillas*. Vino con la moda

3) *Objetos manuables de acero*. Tijeras, despabiladoras, etc.… La fabricación de cortadoras, compresoras, apisonadoras, tornos, afiladoras y pulidoras se desarrolló de manera especial en la fábrica de los señores Boulton, Watt y Fothergill en Soho. La primera afiladora impulsada a vapor se fabricó en Inglaterra en 1786.

4) *Adornos y joyas de oro y plata*. Se originaron en el Oriente. Se trasladaron lentamente de Asia a Europa. Las damas y caballeros de Roma usaban aretes, anillos y cadenas de oro y plata adornados con piedras preciosas. El adorno común de los hombres fue pronto una cadena de oro compuesta de anillos o enroscada. Al principio sólo senadores y patricios podían usar anillos de oro. Entre los emperadores la orfebrería se desarrolló ampliamente. Bajo Constantino muchos orfebres emigraron a Constantinopla contra su voluntad. Dicho oficio había alcanzado una cierta perfección en los siglos XI, XII y XIII en Alemania, Francia, Hungría y otros países europeos. En 1285 los orfebres tenían su gremio en Nuremberg. Hungría poseía más oro que ningún otro país europeo. Allí, el gusto por vestimentas doradas o plateadas se ha conservado durante siglos. En el siglo XVI todos los sellos (en Hungría) eran confeccionados y grabados por orfebres... En 1447 los orfebres de Augsburgo se separaron de los monederos, con los que antes formaban un solo gremio.

5) *Bisutería*. Fábricas. Guilloqueadora. La mayoría de las bisuterías fueron trasplantadas de Francia a Alemania. Llegaron en el siglo XVII, después de la oposición del Edicto de Nantes, a Hanau, construyendo ahí sus fábricas. En París, Amsterdam, Bruselas se instalaron las fábricas europeas de oro y plata más antiguas. En el siglo XVI, neerlandeses que huían [perseguidos a causa de] su religión, fueron a Leipzig, en donde en 1588 fundaron las fábricas de oro y plata. Inmigrantes franceses se les adhirieron 92 años más tarde, etc. Emigraron después de Leipzig a Berlín, y posteriormente a Viena, ya que los trabajadores no encontraron allí el ambiente propicio y necesario durante la guerra de los siete años.

6) *Dorado y plateado*. Según Herodoto los antiguos egipcios doraban maderas y metales. En el Antiguo Testamento se ve que los hebreos doraban especialmente las reliquias sagradas. Los romanos y griegos doraban sus objetos de arcilla, madera y mármol, para darle una mejor presentación. Pegaban delgadas hojas de oro con clara

de huevo sobre el mármol; con otras sustancias para encolarlo sobre la madera. Homero nos habla ya del dorar. En Roma las columnas que representaban [grandes acontecimientos] se las doró en el año 571 *post urbem conditam*. Plinio calcula que el dorado se generalizó cuando se iniciaron las orgías romanas, bajo el poder de Lucio Mumio. Las personas privadas comenzaron a esculpir en las paredes de sus habitaciones con entallados dorados, lo que antes sólo se hacía en el Capitolio.

7) *El taller de batehojas*. No se desarrolló tanto como entre nosotros. Las latas de oro no podían ser laminadas tan finamente. El dorado de oro con mercurio ya fue conocido por los antiguos. Dorado frío. *Corladura o dorado falso*. *Hojas de metal teñidas* (476-515).

Quinto capítulo. Preparación de armas.

En la Edad Media los armeros se dividían entre los que fundían cuchillos, vainas y recipientes; unos, sólo hacían cuchillos; otros vainas, y otros, recipientes. Así existieron los *cuchilleros y espaderos*; en algunos lugares todavía estaban reunidos. En Nuremberg en 1285 los espaderos ya se habían separado [e integrado] en un gremio propio. En Inglaterra y Francia los cuchilleros fueron famosos desde antiguo. En el siglo XIV la fábrica de espadas de Solingen [era famosa], donde además de *cuchilleros* y *espaderos* también había algunos *endurecedores* y *afiladores*. Bayonetas, botafuegos, etc., también eran fabricados en *Solingen*. *Cuchillos demasquinos*. Vainas para la espada. Dorado de las hojas de las espadas y sables. Poco después del invento de la *pólvora* se descubrieron las *armas de fuego*. Las primeras sólo estaban compuestas por un caño y una culata. La llave o un dispositivo de ignición no se conocía todavía. Quien quería usar una arma de fuego tenía que ir provisto de una mecha. Esta se sujetaba al disparador, en la parte superior de la escopeta, de la culata, en donde se derramaba pólvora que se encendía con la mecha. Cada disparo tomaba mucho tiempo, el que usaba el instrumento podía quemarse fácilmente los dedos. Por esto, se ajustó la mecha a un gatillo, el que se oprimía con un poco de presión en el disparador del arma. Este mecanismo se llamó *botafuego*, y se usó todavía a *principios del siglo XVI*. Estas armas portátiles se llamaban *carabinas*. Los trabajadores que las fabricaban se llamaban artilleros. En el siglo XIII Augsburgo y Nuremberg sólo tenían *arqueros* y *balisteros*. En el siglo XIV aparecieron con las armas de fuego los *carabineros*. Nuremberg ya tenía en 1403 carabineros gremializados. Carabinas largas y cortas. Las cortas también se llamaban proyectiles de Reuter;

las largas *tubos* o *cañones*. El cañón tosco, que era movido por una carreta, se llamaba *carabina de carreta*. A principios del siglo XVI se inventó, probablemente en Nuremberg, una *llave con un pedernal y una rueda de acero*. Gracias a un resorte de acero en forma espiral, cuando con la rueda se enroscaba [para darle cuerda] y se soltaba, giraba a gran velocidad y raspaba un pedernal que producía chispas. Como con cada disparo la rueda debía ser enroscada nuevamente, el mecanismo del disparo era todavía muy lento. Además, las llaves fallaban muchas veces al enroscar; el pedernal a veces no servía. Por esto, todavía a *principios del siglo XVII*, las mechas se prefe-

rían a las llaves con ruedas. Los primeros pedernales de mechas de *grava*, se rompían y descomponían fácilmente. Las armas de fuego eran pesadas y lentas. El arcabuz (*arquebuse*) era tan grande y pesado que no podía ser llevado a mano. Por esto se utilizaba un *caballete* como apoyo. [El caballete] tenía dos cuernos. Entre estos dos cuernos se apoyaba el arma [y se la aseguraba] a un gancho, que se unía al cabo. Por ésto [se le llama] arcabuz. Se inventó en Alemania a principios del siglo XVI. Con las armas también se disparaba a pájaros, y para ello se instalaban mecanismos apropiados, adoptando diferentes nombres según el uso del idioma. *Mosquete* entre los franceses. *Mouchet* (gavilán), *falconets* (halcones). Bajo Francisco I ya se conocían los mosquetes en Francia. Sólo en 1567 los introdujo Alba en sus regimientos. Bajo Carlos XI se generalizan en Francia. *Las pistolas* también tienen una llave de rueda, que fue usada por los alemanes antes que por los franceses. En 1544 ya era conocida en Francia... *La llave con rueda y grava* fue utilizada en Francia en 1672. El regimiento de Brunswick obtuvo en *1687 llaves* con *pedernales*, y no botafuegos. La llave con pedernal actual (un sílex córneo, *filex cretaceus*) se denominaba antes en Alemania piedra de chispa o lumbre; por esto el arma que necesitaba dicha lumbre se la llamaba *fusil* o *escopeta*. Además de la llave con pedernal, la grava se usó todavía por mucho tiempo... El carabinero *Danner* perfeccionó en la *primera mitad del siglo XVI* las perforaciones y la fabricación de los caños de las carabinas. Para impedir la desviación de la bala en el aire, ésta no debe rozar la pared de un lado del caño más que del otro. Hay que imprimirle un movimiento que impida cualquier otro [movimiento], y así tenga una dirección exacta. Con este propósito se inventó el *tensor de la carda* que funciona trazando en la parte interior del caño unas ranuras, rectas o con forma concoidea. Estos caños *estirados* ya existían en Alemania a mediados del siglo XVI. En Inglaterra se conocieron más tarde. Sólo
1301 desde los años 70 se usaron habitualmente. En *España* (Madrid, Plasencia, Córdoba y Barcelona) ya se fabricaban excelentes es-

142

copetas desde hace mucho. En el siglo XVII (ó XVIII) Johann Melchior (de Augsburgo) inventó la *escopeta a repetición*, que con una carga puede disparar repetidas veces... Instalación de máquinas para perforar y pulir los caños de escopetas... La *bayoneta* es desde *mediados del siglo XVII* uno de los objetos más importantes en el ramo de la fabricación de armas. Esta arma obtuvo su nombre de la ciudad de Bayonne, donde fue inventada bajo el gobierno de Luis XIV, entre 1643 y 1647... *Arma tosca*. *Cañones*, *lanzaminas*, *obuses*. Estas armas se fabricaron en grandes instalaciones llamadas *talleres de fundición en partes*. Los cañones (de *canna*, tubo) son armas muy antiguas. También se los llamaba trabucos, bombardas. Ya

en 1073 el rey Salomón de Hungría cañoneó los muros de Belgrado. En el *siglo XIV* los cañones se generalizan. Los primeros cañones se conformaban uniendo con tela de lino anillos de hierro, obteniéndose así un cilindro [tubo]. [Posteriormente], en lugar de usar tela de lino se construyeron los cañones con varillas de hierro, que se fijaban con una traviesa redonda de hierro. También se fabricaron cañones de madera, que para su durabilidad se protegían con una rueda de hierro. Después se *forjaron* cañones de hierro. Pero ya en la segunda mitad del siglo XIV se *fundieron* los cañones de una amalgama de cobre y estaño. Al principio se vaciaban los cañones de tal manera, que en una parte quedaba hueco, y, después, sólo había que barrenar el tubo en su interior según el tamaño necesario. El suizo Maritz de Berna inventó la técnica de vertir en 1170 [1710] [el metal líquido] de forma compacta y después barrenar del tal manera, que el tubo interior pudiese ser extraído en una pieza. Su *barrenadora* fue muy ingeniosa y permitió instalaciones posteriores mejores, de tal manera que todo el tubo interior podía ser barrenado en virutas, al mismo tiempo que el cañón era *girado* por su parte. Las barrenadoras más antiguas se impulsaban en algunas ocasiones por medio de caballos, y el cañón era barrenado *verticalmente*; girando por medio de una máquina especial. En las mejores instalaciones, los cañones se colocan en posición horizontal. El árbol de la rueda hidráulica puede contener una rueda frontal, que en sus dos extremos encaje con dos implementos para barrenar dos cañones al mismo tiempo, como la máquina de Couvin. En la barrenadora de Chaillot, cuatro cañones eran barrenados al mismo tiempo. La barrenadora con el taladro se acercaba automáticamente a la máquina, por medio de una vara con engranes, a la que se le unía otro engranaje. Por un par de siglos sólo se dispararon *balas de piedra* con los cañones. En el siglo XVI ya se utilizaban las *balas de hierro fundido*, que se generalizaron en la Edad Moderna... Los lanzaminas existían en el siglo XIV; con ellos no se disparaba en

143

línea recta, como con los cañones, sino que las balas eran *lanzadas* de tal manera que trazaban una parábola. Por mucho tiempo sólo [se lanzaron] piedras o balas con fuego. Las bombas se inventaron en la primera mitad del siglo XVI. Las bombas pequeñas se llamaban Granadas... Los alemanes inventaron los *obuses*, que suplieron la función de lanzaminas y cañones al mismo tiempo.

Los chinos ya usaban pólvora hace por lo menos 1600 años. Posiblemente fueron los moros quienes la trajeron de África a Europa, en donde su preparación se mejoró, especialmente en los siglos XIII y XIV, para darle otros usos en las guerras. La *pólvora* era casi desconocida antes de la mitad del siglo XIV en Europa... Las *máquinas*

de pólvora ya existían a mediados del siglo XIV en Alemania. La más antigua de las que se tenga conocimiento aquí es la de *Lübeck*, que ya funcionaba en 1360. Los *molinos de cilindros de pólvora* existían en Alemania desde *principios del siglo XVIII*, en vez de los molinos apisonadores... Por el peligro [en su uso] no se toleraron las apisonadoras en los molinos de pólvora de Inglaterra... Las *fábricas de perdigones de escopetas o de proyectiles para disparar* cobraron mucha importancia, especialmente en Inglaterra, en tiempos recientes... *Bombas de incendio...*

El *alambre de oro* y *plata* es más antiguo que el de *hierro* y *latón*. Ya se producían en la antigüedad. Se moldeaban los metales en finas láminas con el martillo, las que se cortaban en tiras que se redondeaban con una lima [en forma de] hilos redondeados. Al comienzo, posiblemente también se usaron otros metales para hacer alfileres, etc., con el mismo método con el que se fabricaba el alambre. Por ésto [los que los producían] se llamaron *alambreros*. Los había en Nuremberg en la primera mitad del siglo XIV. En la primera mitad de este siglo ya existían los *estiradores*. La idea de hacer pasar todos los metales maleables por una estrecha abertura y estirarlos en forma de un hilo largo fue muy ingeniosa. Era [una técnica] más rápida y precisa que martillando y limando, ya que el alambre al *pasar* por la abertura cilíndrica se conformaba exactamente en forma cilíndrica. Los moldes entre los que [debían pasar los metales que] eran estirados debían ser duros y resistentes, para que los metales que se estiraban se vieran obligados a adquirir la forma necesaria. *Plancha de acero*. Las instalaciones para maniobrar el alambre y para estirarlo fueron difíciles de lograr. El nuremburgués *Rodolph* inventó en el siglo XIV la *plancha de acero para estirar*. *Molino de alambre...* Cordones metálicos de latón para instrumentos musicales.

144

Monedas. Primero [consistieron en] pedazos de metales pesados sin estar acuñados... Fenicios, lidios, asirios y egipcios acuñaron monedas antes que los griegos. Las monedas se acuñaban con *sellos*, sobre los cuales se golpeaba con un martillo pesado. La imprenta representaba generalmente el dibujo de un animal. También los *romanos* [procedieron así]. Frecuentemente se representaban en las monedas dibujos de dioses, escudos, arcos y flechas. Con los romanos y griegos se inició la costumbre de que los reyes acuñaran su retrato en las monedas. Con la decadencia del imperio romano decayó el arte de acuñar monedas. Los *godos* prosiguieron en Italia acuñando monedas siguiendo los pasos de los romanos, aunque en forma más tosca. Entre los pueblos *germanos*, los *francos* fueron los primeros que emplearon monedas. Todavía se conservan monedas francas de los siglos

VI y VII. Clodoveo acuñó una cruz en las monedas que usaban los cruzados. Imitó a Constantino el Grande. En Alemania y Francia existían en los siglos VIII, IX y X *casas de monedas* y *monederos*. Pero todavía en el siglo XI se acostumbraba a utilizar incusas y monedas de lata o *Brakteaten**. Láminas plateadas se recortaban en forma redonda con una tijera y se pesaban en las balanzas públicas, se las colocaban debajo de sellos de madera, y se acuñaban sobre cuero o fieltro. Transcurrieron siglos hasta que se acuñaron monedas más pesadas y gruesas con resistentes sellos metálicos... Los cilindros metálicos destinados a fabricar monedas se los confeccionaba con martillos y yunque, y las planchas de monedas redondeadas se recortaban con tijera. Por supuesto, el metal no podía ser de un grosor uniforme. El grabador a punzones francés *Antonie Brulier* inventó a mediados del siglo XVI el *laminador*. Dos cilindros de acero eran movidos por dos engranajes, los que por su parte eran impulsados por caballos o agua. [Dichos cilindros] se los sujetaba por tornillos ajustadores, los que tomaban la varilla de metal y la aplanaban en forma uniforme. Enrique II fue el primero que lo utilizó en 1553. Luis XIV prohibió totalmente la utilización del martillo en *1645*. Desde esta época se reconoció más y más la importancia de esta máquina y se acuñaron las mejores moneda de Francia, Alemania, etc.... Los alemanes inventaron en la segunda mitad del siglo XVII un *mecanismo ajustable*, que estaba compuesto de un pasaje o de resistentes pinzas de acero, entre cuyo espacio los lingotes (barras de metal) son laminados mejor y en forma más fina... Más importante era todavía el *corte transversal* o la máquina que recortaba los lingotes en numerosa placas circulares... Las monedas siempre se *acuñaron* hasta el siglo XVII con martillos. El invento de la *acuñadora* (bloques im-

---

*Monedas de la época N. del T.

145

presores) se generalizó en Francia a fines del siglo XVII. La primera prensa impresora de Inglaterra se fabricó bajo Guillermo III. Los martillos todavía son usados hoy en algunos lugares de Italia. En Rusia en el siglo XVII en lugar de las monedas se usaban barras fundidas que podían ser quebradas fácilmente. Por esto el rublo guarda todavía su denominación *Boulton* de Birmingham impulsó la *fabricación de monedas* por una máquina a vapor. Su primer molino monedero lo fabricó en 1788. Desde aquella época se perfeccionó mucho. Con la potencia de la máquina de vapor todas las operaciones se generan desde un mismo lugar; las barras metálicas eran laminadas por la máquina; unos cilindros de acero las sujetan y las pulen inmediatamente; el corte transversal se produce automáticamente y recorta los
/31/ lingotes. / Láminas metálicas redondeadas. La máquina coloca automáticamente las láminas redondeadas sobre la madera estampadora,

y en cuanto ha sido acuñada [se la desplaza y] deja lugar a otra. Con cada golpe, con el que es acuñada [el canto de la moneda], también se conforman los bordes, que pueden ser lisos o tener una inscripción. El número de monedas acuñadas por la máquina es indicado [en un numerador] automático... Aleación... Docimasia (512-627).

TERCER TOMO

Sexto capítulo. La preparación de algunos objetos en orden a la comodidad.

1) *Fabricación de lámparas y linternas*. En la antigüedad se utilizaban trozos de madera para encenderlos de noche. Con el tiempo se advirtió que si a dichos trozos se los empapaba con grasa o resina ardían durante mucho tiempo y con mayor brillo. Así se inventaron las *antorchas* o *luces* semejantes. Las *lámparas* también son muy antiguas. Los egipcios fueron los inventores [de ellas], de los que los griegos las imitaron. Sólo en el siglo XVIII se mejoró la fabricación de lámparas. Los adelantos introducidos desde el siglo XIII sólo afectaron a la forma de los recipientes de luz, parte accesoria sin importancia. Por ejemplo, la *lámpara corrediza* de Cardán en el siglo XVI. Los nuevos descubrimientos físicos, por ejemplo la teoría de la combustión, dio motivo a muchas mejoras, que se produjeron en la segunda mitad del siglo XVIII. Por ejemplo, las mechas presentaban una pequeña superficie en contacto con la atmósfera,

Geschichte

der

Künste und Wissenschaften

seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von

einer Gesellschaft gelehrter Männer

ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.

Geschichte der Naturwissenschaften.

IV. Geschichte der Technologie

von

D. Johann Heinrich Moritz Poppe.

Dritter Band.

Göttingen,

bey Johann Friedrich Röwer,

1811.

147

que impedía una más rápida combustión de la materia ardiente.
Mechas en forma de cinta. *La lámpara de Argand* rindió más todavía

[que las anteriores]; fue conocida por primera vez en Ginebra en 1783; *Argand* de Ginebra usó mechas cilíndricas huecas en las lámparas; dicho hueco, al quemarse la mecha, siempre permitía el paso de una corriente de aire... Lámpara de alcohol... La *lámpara eléctrica*. Una corriente de gas comburente es encendida por medio de una chispa eléctrica... La llamada *lámpara térmica* de *Philipp Lebon* fue anunciada en el séptimo año de la República francesa en el Instituto Nacional. El propósito principal de este nuevo invento consistía en concentrar todo el gas comburente en un recipiente y usarlo para alumbrar y calentar. Se abre la llave del tubo y se deja que el gas pase por éste con mucha o poca intensidad. A través del orificio de metal o vidrio del tubo se puede entonces encenderlo... La construcción de la lámpara térmica se basa en la carbonización de la madera en un cilindro cerrado, y así se obtiene un gas comburente cuyo uso permite iluminar o calentar... La lámpara de Lebon fue imitada y perfeccionada. Bischof y Poppel de Nuremberg, por ejemplo, hicieron que se desprendieran 42 llamas de luz de la lámpara, para iluminar y calentar a una gran sala. El físico rural Fahrer, en Straubing, la usó para cervecerías, destilerías y otras grandes instalaciones, etc. Aunque el invento de los ingleses parezca raro, obtener del carbón mineral gas para la iluminación, es dos tercios más barato que el de los [procesos] habituales. Los carbones son colocados en un alambique de hierro y los gases despedidos son transferidos por medio de tubos de hierro a grandes recipientes de purificación. Desde ahí pueden ser conducidos según se desee por medio de tubos, con ayuda de llaves, hacia diferentes talleres... *Hojalateros* u *orfebres fabricantes de lámparas*, producían habitualmente todo tipo de lámparas, al igual que *linternas*. Los antiguos ya tenían *linternas de diafragma*. Siguieron después las *linternas* de *cuernos*. Las más antiguas fueron las linternas de *vejigas* de animales, también de vidrio especular y de papel empapado en aceites. Las *linternas de vidrio* ya se las conocía en el siglo VII... Unas de las linternas más útiles fueron las usadas para la iluminación nocturna de las ciudades... Las primeras linternas de vidrio todavía no eran linternas de reflexión, es decir, con espejos cóncavos. Estos llegaron sólo a mediados del siglo XVII. En París aparecieron en 1667. Hasta hoy, todavía en algunos lugares, existen estas linternas...

2) *Velas de sebo, velas de cera, velas de espermaceti, velas de sebo:* Se piensa que aparecieron sólo en el siglo XII; en el siglo XIII todavía eran consideradas un lujo excesivo. En el siglo XIV se fabricaron *ve-*

las de cera, pero eran muy caras, al igual que la cera. Las primeras velas de sebo se fundían de la misma manera que las primeras velas de cera. Los *moldes para vaciar velas* fueron descubiertos por primera

vez en el siglo XVII. Los primeros *moldes para vaciar velas* se fabricaban de hojalata o vidrio. Freytag de Cera usó por primera vez los moldes de estaño. En el siglo XVIII se inventaron los *portamechas* con el *despabilador* para cortar las mechas. Para las cerillas se inventó un tipo de torno, el cilindro giratorio, para estirar la mecha en la cera líquida [y constituir] una hilera, y así producir las velas en el mínimo de tiempo posible... Las velas de sebo y de cera fueron muy usadas en iglesias poco después de su descubrimiento... Las velas de espermaceti, obtenidas del cerebro de las ballenas, empezaron a usarse a principios del siglo XVIII. En épocas recientes decayó la técnica de extraer espermaceti de cualquier grasa vegetal. Ya existían a *principios del siglo XVIII... Máquinas* con las que se puede fabricar gran cantidad de velas. Las pequeñas velas de cera que se encienden solas son fabricadas de fósforo, azufre y aceite de cera fina. Su inventor fue *Ludwig Peyla* de *Turín*. Por esto también se llaman las *velas de Turín...* La *cera* en su estado natural es de color amarillo. Por esto se blanquea la cera, porque cuando está blanca arde durante más tiempo que la amarilla. Los fenicios, griegos y romanos ya conocían este arte. Plinio llamaba a la cera blanqueada *ceram punicam*. Los antiguos ya conocían que se debía extender la cera sobre una superficie, y con un mínimo de espesor, para que el sol, aire y agua pudiesen blanquearla rápidamente. En tiempos de *Discórides* se *laminaba* la cera. Se sumergía la base de una olla en agua fría; después se vertía en ella la cera purificada y derretida, y se continuaba este trabajo hasta que toda [la cera] se transformaba en finas láminas. Este procedimiento se conservó todavía en el siglo XVII, pero en lugar de una olla se usó una esfera o un plato. Los antiguos colgaban las finas láminas de cera con hilos a la luz del sol, sin que se tocasen unas con otras. Durante este proceso se las empapaba frecuentemente con agua. En tiempo de Plinio se usaban bastidores y marcos, sobre los que se colocaban las láminas. Los marcos se entretejían con juncos y se los cubría si era necesario con paños. Así se crearon nuestras *tablas* o *pizarrones*. En lugar de laminar la cera antes de que fuese blanqueada, se *la granulaba* o se la *guarnecía con cintas...* Los vapores y el ácido de sal común se usaban para blanquear la Cera... Muy especial fue el invento de *Brugnatelli*, *La Metherie* con el que transformaba aceites grasosos en cera. Por ejemplo, el aceite de oliva, por medio de una combinación con ácido nítrico, con o sin alcohol. Los italianos obtienen cera de las flores pegajosas y maduras de los álamos, remojándolas en agua hirviendo... Los *venecianos*

fueron los primeros que *impulsaron* el blanqueo de cera en grandes cantidades. En el siglo XVII llegó a Nuremberg por medio de algunos venecianos (4 - 40).

/32/ *Séptimo capítulo. La preparación de algunas mercancías para el entretenimiento.*

1) *Las manufacturas del tabaco*. El primer tabaco se trajo de las Indias Occidentales a Europa en el siglo XV. Al principio sólo se usaba como medicina. En Asia (China, Mongolia) desde la antigüedad era muy conocido. En 1520 los españoles encontraron tabaco en Yucatán. Jean Nicot, ministro francés, por permiso del rey de Portugal, llevó las primeras plantas y semillas de tabaco en 1560 a Francia y se las ofreció a Catarina de Médicis. En 1599 se plantaron las primeras semillas de tabaco en Portugal. A Alemania llegó con los ejércitos españoles bajo Carlos V; a *Leissnig* en *Meissen* lo trajeron los suecos en 1631. Los ingleses lo conocieron en 1585; los turcos en 1605. Loseuropeos aprendieron a fumar de los indios. Al principio, los entendidos se oponían al tabaco y se promulgaron disposiciones de los príncipes en contra del tabaco. Bajo Isabel existían en Camden tabaquerías. En.1604 Jacobo I dispuso leyes en contra de fumar tabaco. En 1652 el Parlamento prohibió el cultivo del tabaco, pero permitió su comercio. En 1698 la Compañía del Oeste de la India explotó el tabaco en sus posesiones. Entre 1744 y 1745 obtenía anualmente 40 millones de libras de tabaco de las colonias americanas, de las cuales siete se quedaban en Inglaterra. Este comercio le dio a Inglaterra más de un millón de libras esterlinas en derechos aduanales. También en Constantinopla se prohibió fumar el tabaco. Michel Fedorowitsch, Gran Duque de Moscú, prohibió con pena de muerte, por los incendios producidos, fumar tabaco. Urbano VIII excomulgó en 1624 a los que portaban tabaco en las iglesias. En 1634 en Rusia se castigaba por fumar con el corte de la nariz. Así también se prohibió fumar con fuertes multas u otros castigos en Apencel en 1653, en Berna en 1661 (en donde se había establecido un tribunal del tabaco hasta mediados del siglo XVIII), en Glarus en 1670. En Suecia se conoció el tabaco bajo la reina Christina, Con el tiempo el consumo se generalizó. Las prohibiciones terminaron. La explotación del mismo comenzó [en gran escala]. El rey de España comercializó anualmente 7,390,933 toneladas; el de Portugal, en 1753, 3,400,000 toneladas; el de Francia en 1788 aproximadamente 9 millones de libras.

150

En Europa con el tiempo no sólo se *cultivó* tabaco, sino que también se lo *manufacturó*. La mayoría de los que obtenían tabaco extranjero compraban estos productos en Virginia. Pero el más fino, completamente preparado y más conocido, era el de la ciudad americana Varine (por esto *Varinas*). Se transportaba en canastas*

a Europa. Se destacaron en especial las manufacturas de tabaco *holandesas*. Las más conocidas fueron las de *Amersfoort*. Igualmente conocidas eran las plantaciones y manufacturas de tabaco de Flandes y Alsacia. Después se cultivó en Alemania (Nuremberg, Westfalia, el Palastinado, Prusia y Silesia). Una de las manufacturas de tabaco más extensas del mundo se instaló en Sevilla. Se usaban 100 molinos, 340 caballos y 1,200 personas.

Lavado, *seleccionado*, *separado de las hojas*. Para la preparación de *salsas* o *adobo*... En un principio el tabaco fue *cortado a mano con cuchillos*. Más tarde [se inventó] *la máquina de tabaco*. El torno o *cabreestante de tabaco*, que *se usaba para atar* el tabaco en rollos, ya era conocido hace 200 años. Las *hojas de tabaco o máquina de cilindros* para aplastar las nervaduras de las hojas de tabaco fueron introducidas sólo a mediados del siglo XVIII... En *España* fue donde se usó rapé por primera vez. Los *italianos* aprendieron de éstos el uso del rapé. Hubo un tipo especial *el de Sevilla* que recibió su nombre de los españoles, quienes lo traían de América española. El rapé tuvo que enfrentar las mismas dificultades [que el tabaco]. Inocencio XII desterró a todos aquellos que tomaban rapé en la basílica de San Pedro. Las hojas de tabaco para el rapé eran primero molidas y trituradas en finos trozos, por medio de masas o *apisonadoras de mano*, en morteros o recipientes apropiados; más tarde en los *molinos con pilones*. Se inventaron también pulverizadores o raspadoras, máquinas de estoques o trituradoras, con las que el molido del tabaco, en forma de zanahoria (fusiforme), se facilitaba mucho... El rapé era empacado generalmente en [papel] de plomo, que por su parte es laminado finamente por molinos cilíndricos. El plomo era nocivo... En la antigüedad sólo se empaquetaba en cajas de papel. Pero éste se descomponía rápidamente por el aderezo... Ya en 1626 el tabaco comenzaba a ser adulterado. En 1659 en Nuremberg existía un laboratorio de tabaco para reglamentar [la prohibición de] la adulteración de tabaco. (Neandri, *Tabacología*, Lugduni, Bat., 1626, posiblemente es el primer libro sobre tabaco; *Jac Ziegler* [habla] de la hierba bucal curativa, *Nicotinia*, Zürich, 1616)... Las pipas de barro ya existían entre los indios, todavía antes que entre los mongoles... En

---

*Marx aquí indica en español: "*canastas*". N. del T.

Grecia, cerca de Stives o Thiva (la antigua Tebas) y en Asia Menor, en la ciudad Conie (antiguo Iconio), la tierra blanca, blanda o dura es extraída [para su fabricación]: [esta tierra] era llamada *espuma de mar*. Los turcos tuvieron la idea de usarla para la cabeza de la pipa. Las cabezas de pipas de madera se usaron especialmente en Cotia, Nuremberg, Ulm, etc. ... *Las tabaqueras o latas de tabaco* ya se cono-

cían en el siglo XVII. En aquella época tenían forma de cuernos de pólvora (41-64).

Octavo capítulo. Técnicas y oficios de la cultura del gusto y del arte visual.

1) *El arte de imprimir*. Hace milenios que se conoce el arte de grabar figuras en madera, metal, piedra, etc.; además se hacían impresiones sobre cera u otros cuerpos blandos. Los antiguos [fabricaban] los anillos con *sellos*, hasta con *letras doradas* y separadas [unas de otras], etc. Los chinos y japoneses grababan letras en madera desde hace varios milenios a.C., o mejor, caracteres lingüísticos; los atizaban con un cepillo de corteza de árbol y los imprimían, al principio sobre cuero y después sobre papel. *Johann de Sorgenloh*, *llamado Gänsfleisch de Gutenberg*, nacido en 1401 en Maguncia, observó que los fabricantes de naipes grababan en madera el contorno de las figuras de los naipes, con sus respectivos títulos, y algunas líneas de texto; los imprimían en papel y después los coloreaban. Al principio era habitual atizar los sellos de mano con una lumbre, para imprimir en negro las figuras sobre cera verde o amarilla. A partir de esto se concibió la idea de imprimir libros con letras independientes y de madera. La impresión de libros por medio de una plancha única de madera era muy costosa y difícil. Para cada libro había que fabricar tantas tablas nuevas [como páginas]. En 1436 Gutenberg presentó su plan para ser ejecutado. En lugar de usar letras de madera, inició la costumbre de emplearlas de plomo. (En 1436 comenzó en Estrasburgo sus primeras experiencias con *tipos móviles*). En 1445 imprimió Gutenberg en Maguncia libros íntegros con letras móviles. En 1449 fundó, junto con el orfebre Johann Fust o Fausto nacido en Inglaterra, la primera firma tipográfica. En 1453 *Peter Schoiffer*, un clérigo de *Gernsheim*, que se casó con la esposa de Fausto, fue aceptado en dicha firma tipográfica. Fausto perfeccionó el arte de imprimir. Fue el primero que concibió la idea de que en vez de usar las letras de madera o plomo se las fundiera en cera, y después, en

estas matrices, se vaciaba el plomo o estaño. Así se podían fabricar grandes cantidades de letras en poco tiempo. Pero el estaño o cobre de los tipos vaciados no resistían mucho tiempo [el desgaste de] la impresión. [Fausto] inventó una aleación de metal que era dura y resistía a la presión de la imprenta. Así fue más sencillo imprimir en muy poco tiempo 100 y hasta 1,000 copias de un libro. Las mismas letras eran usadas nuevamente más tarde. El precio de los libros bajó... Un ejemplar de la Biblia, manuscrito generalmente por monjes, que realizaban habitualmente este oficio, costaba entre 400 y 500 gulden, pero Fausto vendía un ejemplar a 60, más tarde a 30 gulden. Gutenberg murió en 1468... Del año 1462 en adelante muchos impresores de *Maguncia* emigraron y fundaron imprentas en otros países, como por ejemplo en Italia y Francia. En 1467 Arnold Pannartz y Conrad Schweinheim fundaron una imprenta en Roma; Johann de Speyer otra en Venecia en 1469; Riesinger en Nápoles en 1471. Mentel, en el mismo año, [fundó] una en Estrasburgo. En la misma época Gering, Kranz y Freyburger fundaron las primeras imprentas en París. En 1480 el arte de la imprenta se hizo presente en Leipzig. En 1473 tuvo Hungría su primer impresor, Andreas Hess. En los Países Bajos Teodoro Marthens fundó la primera imprenta en 1472; en Suiza en 1473. El primer, impresor de Londres fue Wilhelm Caxton, en 1483; en Estocolmo en la misma época Johan Snell. En Portugal la primera imprenta [se hizo presente] en 1491, en Sevilla en 1492, en Viena en 1493, en Cracovia en 1495, en México en 1524, en Islandia en 1528, etc. Fausto inventó poco después de su encuentro con Gutenberg la *tinta de imprenta*, ya que la tinta para escribir y el bistre tenían un pigmento no adecuado. Con el tiempo se llegó a diferentes /33/
y mejores tipos de escrituras... Las más antiguas son posiblemente las *notas* impresas en tablas de madera en 1473. Las primeras notaciones fundidas fueron fabricadas por el productor de tipos de imprenta Jacob Sanlecque de París, nacido en 1558; muere en 1648... *Prensa* para imprimir... Poco después del invento del arte de la imprenta obtuvo Nuremberg *grabadores de caracteres de imprenta y fundidores de tipos de imprenta*, que con el tiempo se fueron perfeccionando.

2) *El arte de grabar en madera*. Ya en la antigüedad se *grababan* en maderas figuras, signos lingüísticos y cosas semejantes. Los rasgos que se representaban en pintura o tela, eran impresos sobre un papel u otra tela y resaltaban impresionantemente. Chinos, indios. Se dice que en Europa los *naipes*, cuyo invento se calcula en el 1350 o 1360, dieron la idea para *grabar en madera*. Al principio los naipes sólo eran pintados. Esto exigía la pérdida de mucho tiempo. La oferta

no era suficiente para la gran demanda y consumo. Entonces se grabaron los dibujos de los naipes en madera, se la impregnaba de pintura y se los imprimía con un frotador, para satisfacer así a gran cantidad de compradores. Después se empezó también a grabar imágenes de santos, en lugar de naipes, y se hicieron impresiones de estampas. En los siglos XIV y XV, cuando la devoción de las imágenes santas tuvo gran aceptación, se desarrolló mucho este nuevo procedimiento. Rápidamente hubo relatos de historias grabadas en maderas, y así se obtuvieron libros impresos por medio de tablas de madera de una sola pieza... El grabador de madera más antiguo conocido históricamente fue *Johan Meidenbach*; que grabó las placas de madera para Gutenberg. Nuremberg se rodeó de varios grandes grabadores. El que más perfeccionó [este arte] fue Albrecht Durero, a fines del siglo XV, y principios del siglo XVI. Sus grabados de madera más antiguos los produjo en 1498... En el siglo XVII no se conocieron grabadores tan extraordinarios. Al final se convirtieron en sólo *grabadores modelistas*, que confeccionaban formas para el estampado sobre algodón, estampado sobre tapetes, etc.... Nada cambió hasta casi fines del siglo XVIII.

3) *El arte del grabado en cobre*. En la técnica del grabado en madera los rasgos, figuras, etc., que se deseaban imprimir, se debían trabajar en *alto relieve*. En el arte de grabar sobre cobre se colocaba sobre el cobre, estaño o cualquier otro metal el objeto a representar en bajo relieve. Por ello la impresión debía efectuarse también de manera diferente. Alemania es la madre del auténtico *arte de grabar en cobre*, que [se origina] entre 1420 y 1450. En los años 60 del siglo XV, el *arte de grabar en cobre* todavía se perfeccionó mucho en Alemania. Especialmente con Albrecht Durero. A fines del siglo XVI el arte de grabar en cobre floreció en Augsburgo. En 1521 Albrecht Durero inventó el *buril para grabar al aguafuerte* y la *sisa fuerte*... Dietrich Theodor *Meyer de Zürich* inventó en 1603 la *sisa blanda*, cuyo uso se generalizó rápidamente y suplantó a la sisa totalmente. Alemanes, franceses, holandeses y también los de Flandes competían entre sí en este arte... Bajo Luis XIV Francia estuvo en la cúspide de este arte... En Inglaterra fue introducido por franceses y ellos eran los únicos que lo comerciaban. Más tarde se organizó un sistema aduanal proteccionista de los grabados de cobre ingleses... El teniente primero de Hesse, *von Siegen*, inventó entre 1643 y 1648 el *arte negro* o el punto sobre fondo negro... El arte de hacer grabados sobre cobre *colorado* se conocía desde antiguo en China, y se expandió en Europa sólo a *fines del siglo XV*. Se confeccionaron piezas de la Pasión [de Cristo] de color rojo y blanco. Rápidamente se descu-

brieron otros colores. *Lossman* de Holanda los introdujo en 1626. *Hércules Zegers* descubrió en 1660 un estilo en el que se pintaban paisajes enteros con colores sobre papel y telas... El arte de grabar con *lápiz* y *portaminas* lo inventó *Arthur Pond* en Londres entre 1750 y 1756… Los *portaláminas* con *tinta china* los inventó el grabador en cobre, el nuremburgués *Johannes Ad. Schweikart* a mediados del siglo XVIII... El *lápiz de agua o acuarela* se obtuvo de la mezcla del portaminas y portaláminas Muy rara fue la costumbre de grabar sobre cobre [incrustado] en todo tipo de cerámica, loza, porcelana, cobre esmaltado, y vidrio. Este arte no es nuevo. Hace mucho tiempo que se practicaba en Nuremherg en los hornos rotatorios. Poco después de esto los ingleses lo produjeron [en su patria]. Al principio se imprimía con un solo color. En *Francia* se confeccionaron las más variadas impresiones de color sobre cada tipo de mercancías.

4) *Grabado en piedras y talleres de litografía*. Tiene origen alemán, de allí [pasó] a Inglaterra, Italia y por último a Francia. *Aloys Sennefelder* de *Praga* es el inventor de la litografía (64-122).

CUARTA SECCIÓN. HISTORIA DE LAS PREPARACIONES QUÍMICAS Y MECÁNICAS.

Primer Capitulo. Preparación de artículos que dan gusto a las comidas y bebidas.

1) *Las salinas*. Hay manantiales que depositan partículas de sal en tierra cuando el sol ha evaporado el agua. El sol puede ser sustituido por fuego. Se encendía fuego con madera y se le vertía lentamente agua salada, para que las partículas acuosas se evaporaran. La sal se depositaba en terrones en el suelo, y estos terrones mezclados con ceniza se usaba para preparar comidas... Para deshacerse de la mezcla de la sal con la ceniza y otras impurezas, se buscaba con algún método purificar o *refinar* la sal. Debajo de un techo que protegía de la lluvia se encendía una fogata con madera y se vertía agua salada sobre ésta hasta que toda la ceniza se hubiese consumido. La sal mezclada con ceniza se vertía en canastas cónicas y se le colocaba lejía. Se dejaba que la lejía goteara en dornajos de madera. A la salmuera se la cocía en ollas de tierra hasta que la sal formara granos o terrones (sal del mar). Los alemanes refinaban la sal en el siglo X por medio de ebullición. Además de la *sal de mar o sal de manantiales* (*sal de bayeta o de salinas*), también se conocía en la antigüedad

la *sal de roca* o *de montaña*. Esta debía ser disuelta en agua y ser purificada por medio de ebullición, ya que pocas veces estaba suficientemente purificada en la naturaleza. Casi hasta finales del *siglo XVI* se coció la salmuera sin antes purificarla. Hasta esa época Alemania poseía una gran abundancia de leña de madera, y el consumo de sal no era muy elevado. Cuando la primera disminuyó y el segundo subió, se pensó en el siglo XVI que habría que separar la salmuera del agua. El resto de salmuera concentrada ya no necesitaba tanto fuego para cristalizarse. En *1579* se colocaron en la salina de Hesse de Nauheim, entre Francfort y Giessen, grandes recipientes con paredes de paja. Dentro de los recipientes se vertía la salmuera; y jornaleros tenían que salpicar con palas de derrame la salmuera de los recipientes en las paredes. Dichas construcciones se llamaban *Fábricas de derrame*. En la primera mitad del siglo XVII su uso se generalizó. Costaba mucho trabajo fabricarlas. Las paredes de paja se agrandaron de 8 y 9 pies a 20 pies, y se colocaron dornajos encima de éstas, en donde la salmuera era lanzada por medio de *bombas*. El agua salada se filtraba lentamente a través de las paredes de paja, y así se obtuvieron los *métodos por goteo*. Las salinas quedaron en este estado de producción hasta el primer cuarto del siglo XVIII. En 1726 se comenzaron a usar en Alemania espinas en vez de paja, *graduación con espinas*. Primero salinas con una, dos y tres paredes... Hace aproximadamente 30 años se descubrió la *graduación en cajas abiertas o de techo* en donde la salmuera corría lentamente sobre grandes superficies inclinadas, que estaban expuestas a la luz y al calor del sol... *Graduación al sol... Graduación con hielo*. Se expone [al aire libre] la salmuera en el invierno para que se congele. Cuando el agua se congela las pequeñas partículas de sal se precipitan. Se quita la capa de hielo y se deja congelar nuevamente el agua; así el agua restante se congela de nuevo. Las partículas de sal se concentran cada vez más... Las instalaciones mecánicas de las salinas ganaron mucho en altura, en técnicas sobre las que se basó la mecanización del siglo XVIII. Las *bombas* que vertían el agua desde gran altura en los dornajos se fueron generalizando cada vez más, etc.... En la salina Schönebeck en Magdeburgo se instaló en 1775 por primera vez [un sistema que aprovecha] la *posición del viento*; [es una] técnica por la que la salmuera se desliza rápidamente en otra pendiente cuando cambia el viento. Una instalación especial impulsa las gotas, con fuerzas que se ejercen sobre las llaves de las goteras, las que permiten que la salmuera gotee sobre las espinas... El metal [con el que se fabrican] las *calderas* tiene importancia. Primero [fueron] de plomo. Por último con placas de hierro... Para medir la cantidad de almidón o la concentración salina en una determinada cantidad de

agua, se usaba el *areómetro* (pesal o huso de sal). Ya era conocido en el siglo V, pero cayó en desuso y se volvió a descubrir en el siglo XVI...

2) *Ingenios y refinerías de azúcar*. Nuestro azúcar no se usó entre los romanos y griegos. El conocimiento más antiguo del *azúcar* actual se encuentra entre los escritos de las cruzadas. Del *Asia* la caña de azúcar llegó a *Chipre* y después a Sicilia, en donde en 1148 ya se cultivaba en grandes cantidades. Los sarracenos la llevaron ahí desde la India. El príncipe portugués Enrique / llevó caña de azúcar /34/
de Sicilia y en 1419 la transplantó a *Madeira* y *Porto Santo*. De ahí se trasplantó a las *Islas Canarias* y sólo después a *Brasil* y a otros países de Europa. España, Nápoles, Provenza. En 1643 comenzaron los ingleses de St. Christoph y Barbados a cultivar la caña de azúcar. Los holandeses en 1648 en Guadalupe. Los franceses transplantaron la caña de azúcar en las Antillas, por ejemplo, en Martinica ya mediados del siglo XVII en Santo Domingo*... *Después de que el jugo es extraído de la caña de azúcar con un mortero*, *continua la extracción con una prensa helicoidal*, después se procede a la *extracción por medio de cilindros de metal*, [esta es] la última fase usual en casi todos los lugares... El refinado o la *purificación* del azúcar tal como se efectúa hoy fue inventado por los *venecianos...* Inglaterra obtuvo su primer ingenio azucarero en 1659. introducido por alemanes... Al refinar se cocía el azúcar de caña en ollas de cobre, para que las partículas ajenas unidas al azúcar se separen y se produzca la cristalización; se agrega a la olla agua de cal o sangre de buey, o también clara de huevo. Al principio el azúcar se clarificaba con clara de huevo. *A fines del siglo XVII* se inventó la clarificación con sangre de buey, lo que permitió mucho ahorro. Este último procedimiento fue prohibido por la magistratura de Amsterdam en 1704, 1714, 1721 y 1732. No ayudó en nada [la medida]... Para producir azúcar refinada se siguió usando clara de huevo. Según el inglés Beatley la *leche azucarada* puede reemplazar la sangre de buey en ingenios de azúcar... El azúcar purificada se solidificaba en *recipientes* de barro, que extraen con rapidez el agua. Casi todos los fabricantes de azúcar usan este recipiente de barro, bajo el nombre de *potasa*, que se importaba de Holanda... Los mazapanes, cuando salen de los moldes, aún no están suficientemente limpios; tienen color marrón y por su solubilidad no pueden ser purificados normalmente con agua. Se pensó entonces hacer con carbón vegetal (tierra purificada, sin partículas de metales ni cal) un pastel, empapado con agua, que cubría un extremo del

*En Santo Domingo se cultivó la caña desde 1520. N. del T.

pan de azúcar; [y permitía] que el agua del pastel lentamente goteara

a través del pan de azúcar... Arce sacarino (125-170).

Segundo Capítulo. Preparación de artículos para vestir y objetos prácticos de diversos usos.

1) *La curtiduría*. La *curtiduría de pellejos y pieles* es muy antigua. Los orientales ya empleaban agua de cal e infusión de un vegetal astringente (*corteza*). En Asia se conocía perfectamente el arte de teñir cuero con gran belleza.

2) *Curtido en blanco, gamuzado y curtido en pergamino*. El curtido en blanco es muy antiguo; se usa *agua aluminosa* para engrosar las fibras de la piel, [Se originó en] Oriente. *Rusia*, *Turquía* y *Hungría* fueron posiblemente los primeros países europeos en que se practicó la curtiembre tal como en el del Oriente. Alemania, España, Francia e Inglaterra la conocieron más tarde. Los alemanes llamaban a los curtidores en blanco *Irher*, del húngaro *Irha*... Fue muy fácil descubrir los instrumentos para raspar el lado carnoso (raspador) y para depilar las pieles (depiladora), al igual que la técnica de dejar sudar [la piel], o el efectuar el inicio de una fermentación para que se desprendiesen [las pieles] con más facilidad. Más complicada era la técnica por la que se extraían las partículas grasosas y mucosas de la pieles depiladas. (El llamado *macerado* o *hinchazón en pintura de maceración*) y el verdadero *curtido* o *adobado* de las *pieles*, lo que ocasiona la contracción, en el cual el fieltro de las fibras se impermeabiliza del agua. Según el método más antiguo se colocaban las pieles para ser maceradas en agua de cal... Más tarde en agua de corteza. En algunos países se usó esta técnica; en otros países otro método se utilizaba hábilmente, y había todavía técnicas apropiadas para cada tipo de cuero. Igualmente se trató la *sustancia con la que se curtía*. La agalla, corteza de encina, corteza de abedul y la corteza de pino son las sustancias taninas más antiguas y todavía las más usadas. La corteza destinada para la curtiembre debía ser preparada durante mucho tiempo. En los siglos más recientes se usaron *molinos de tanino o de corteza* para curtir ... Se agregaron a la lista muchas otras sustancias taninas en el siglo XVIII. Banks descubrió en 1801 la cualidad de curtir del *jugo de catecú*, y poco más tarde Davy demostró que este jugo (o tierra japonesa) es la más rica de las materias curtientes vegetales conocidas... Se tardaba hasta tres

años para curtir perfectamente una piel gruesa... [Es necesario usar] sustancias químicas para curtir el cuero en menos tiempo. Hacía mucho que *Inglaterra* las usaba en la preparación de sus cueros El cuero para suelas [de zapatos] de piel de becerro tenía muchas ventajas en comparación al de los otros países europeos... El *esmaltado* de los cueros es un invento inglés. De la misma forma inventaron hace algunos años una *máquina que cortaba pieles y cueros de tal manera* que la flor del cuero y la carnaza se separaban en capas de diferente grosor según voluntad. Cuero impermeable. *Cordobán* es un cuero con pequeñas decoraciones de diferentes colores, muy blando, que fue confeccionado por los *orientales*. Los *españoles* fueron los primeros que les copiaron [la técnica de su producción], por ésto se denomina corduán, en español cordobán*. (En el siglo XI *cordobanus*, *corduanus* o *cordewan*. A los zapateros les llamaban *cordobanarii*, *corduaniers*, *cordonniers* por último). La confección más hermosa se realizaba en Constantinopla, Esmirna y Alepo... También los cordobanes franceses, españoles y húngaros eran excelentes. Más bello era aún, con cuero de gran brillo y teñido con mucha finura (de pieles de cabras), el *tafilete* o cuero marroquí... También el *chagín* o *chagrén* es un cuero hermoso y duro, de origen oriental. Se confecciona con el cuero que cubre la columna vertebral del caballo, y Persia, Constantinopla, Argelia y Trípoli son sus mejores productores... Muy escasas eran las *pieles de Rusia*, que se encontraban en este país en cantidades impresionantes y se confeccionaban con pieles de novillos y caballos, de cabras y becerros... El curtidor necesitaba diferentes instrumentos para la preparación del cuero, tales como la luneta, la masa para ablandar por golpeo, la madera para granear cueros, el cabezal de acabado, la bola para blanquear cuero, la zurradora, etc.… Existían otros instrumentos desde hace siglos. Más tarde se mejoraron... En la *curtiembre en blanco* los *húngaros* son los maestros entre los europeos. Algunos tipos de cuero se originan en ese país; por ejemplo, el cuero curtido al alumbre o el resistente cuero húngaro, etc. Fueron confeccionados frecuentemente por montacorreas y silleros... El *agamuzador* prepara las pieles y cueros solamente golpeando, engrasando y abatanándolas, especialmente con pieles de venados, ciervos, becerros y carneros. Su oficio es más reciente que el del curtidor en blanco. Al agamuzador se le requirió mucho, porque fue usado para fabricar guantes. Los guantes *esmaltados* se confeccionaban con pieles de cordero y de cabras. *Curtiembre en pergaminos*. El pergamino es un cuero liso y rígido, sobre el que se puede escribir y dibujar; bajo

**En español en el texto. N. del T.*

ciertas condiciones también se puede usar para tocar el tambor y los

timbales... Pieles impermeables y pergamino aceitado.

3) *Fábrica de almidón*. Al almidón, la fécula y la harina se los conocía ya en los tiempos de Discórides y Plinio. En aquellos tiempos se usaban para almidonar telas finas de lino y algodón y para repostería... Más recientemente [se usaron] también para hacer barquillos, harina, engrudo para encuadernadores y cartógrafos, para que las tinturas se espesen, para concentrar algunas pinturas de las manufacturas de estampados, etc. De los cereales, del trigo de cascabillo fino, se obtiene el mejor almidón. Esto ya la conocían los antiguos. Se separaba la fécula del trigo de la materia viscosa que se encuentra mezclada con aquélla. Si ésta [la materia viscosa] era destruida o disuelta por algún medio, entonces [la fécula] se combinaba con agua... Los almidoneros alemanes fueron los que más se desarrollaron... En tiempos más recientes se obtuvo almidón de las *papas* y otros tipos de vegetales, y no sólo del trigo... *Polvo de oro* y otros tipos de polvos se les conocía desde antiguo. Pero la *harina*, y por consecuencia el *polvo de almidón*, se conoció en Francia por primera vez bajo Luis XIV; su uso era poco frecuente. Se supone que fueron los comediantes los primeros que lo usaron a fines del siglo XVII; después de la representación lo limpiaban cuidadosamente [al almidón] del cabello. El polvo tiene hoy aproximadamente cien años de uso y se había generalizado, aunque algo después fue abandonado. (171-199).

/35/ *Tercer capítulo Preparación de sustancias auxiliares para embellecer objetos.*

1) *Las tintorerías en azul o fábricas de esmalte*. Desde hace tres siglos se aprendió a extraer de los *minerales* de *cobalto* algunos pigmentos azules, el *azafrán* o *zafre* y *esmalte*, que se usan para azular la porcelana, para teñir vidrios y esmaltes, para algunas piedras preciosas artificiales, para el almidón, etc. Los objetos antiguos se los teñía en azul, por ejemplo, objetos de *hierro*. Antes de fines del siglo XV no se sabía cómo fabricar el esmalte de cobalto... [Fue un] invento alemán. Cuando se tuesta, golpea, filtra y mezcla con 2/3 partes de arena molida fina o cuarzo se obtiene *azafrán* o *zafre*. Si en cambio se funde el cobalto calcinado, machacado y seleccionado con arena pura y viscosa o con cuarzo blanco, machacado, purifi-

cado y calcinado, y se lo mezcla con ceniza en un recipiente y se

muele todo esto muy fino, se obtiene el esmalte; el más claro de los cuales se denomina *Eschel*... Los holandeses fueron al comienzo aprendices de los sajones, pero rápidamente los superaron en el acabado y especialmente en el molido... En Sajonia se preparaban esmalte, zafre y unos veintitrés diferentes tipos; en Holanda unos 55, de los cuales el más fino de los azules se llama *azul de cobalto*.

2) *Preparación del blanco de plomo*. Por medio de la corrosión del plomo con ácido acético se obtiene el blanco de plomo. El conocido óxido de plomo se usa para moler, pintar , etc. En el siglo XV se tuvo noticia de éste. Posiblemente fueron los venecianos los que lo fabricaron por primera vez... Si se coce el blanco de plomo puro con vinagre destilado, que se coloca en una olla de plomo, y después de filtrar el residuo líquido se deja cristalizar a la sal de plomo, se obtiene *azúcar de plomo*. Se usa generalmente para dar mejor sabor a los vinos secos... blancos de cinc... blanco de España (200-222).

QUINTA SECCIÓN. HISTORIA DE LOS PREPARADOS QUÍMICOS.

Primer Capítulo. Alimentos líquidos y líquidos para mejorar el sabor.

1) *La cervecería*. Los egipcios sabían fabricar cerveza de trigo y cebada. La preparación del vino es todavía más antigua, ya que es muy sencilla y fácil... La fabricación de la cerveza se inicia cuando se descubre el *lúpulo*. Fue fabricada en Alemania por primera vez en la *primera mitad del siglo IX.* Anteriormente, hasta en Egipto, se habían confundido bebidas agrias con la cerveza. Sólo en los siglos XII y XIII el uso del lúpulo se generalizó en Alemania. Desde entonces se comenzó a producir *cerveza reposada*. A principios del siglo XIV el lúpulo se usó en las cervecerías neerlandesas... Entre las cervezas alemanas del siglo XI al siglo XIII se distinguieron de las cervezas de lúpulo las de la comarca. Era exportada... Las cervecerías inglesas conocieron el lúpulo sólo en 1524, bajo Enrique VIII. En Suiza el lúpulo se usó poco en el Siglo XV... En los siglos XII, XIII, XIV y XV se trató de dar mejor sabor a la cerveza por medio de miel, condimentos y otros aditamentos. En muchos monasterios alemanes, por el 1482 se fabricaba cerveza de alta graduación; se llamaba, ya que estaba destinada a los padres, *cerveza de padre*; en cambio, la cerveza suave que recibía el resto del convento, se llama-

ba *cerveza de convento*. Fueron muy conocidas en aquellos tiempos las cervezas de Franconia y Baviera, especialmente la cerveza de monasterio... También en la Alta y Baja Sajonia... Antes de *1730* las

cervezas comunes de cebada en *Inglaterra* se llamaban *ale*, *bear* y *Twopenny*, que era la cerveza común. Los gustadores de cerveza pedían *half and half*, mitad *bear* y mitad *ale*, o mitad *bear* y mitad *Twopenny*. Más tarde se hizo una mezcla de las tres bebidas. *Harwood* (cervecero) fabricó una cerveza con estos tres tipos de cerveza (1730), y como era apropiada y muy útil para cargadores (*porters*) recibió el nombre de *porter*... Los ingleses fueron maestros en la fabricación de cerveza. Primero le quitaron el oficio a los técnicos empíricos y la trataron por medios químicos, matemáticos y físicos con mucho cuidado... Al cereal utilizado para la fabricación de cerveza, que tiene que estar hinchado y seco sobre suelos aireados, a punto de germinar, se le llama *malta*; se le seca al aire libre o con el calor de *calderas* antes de ser llevado al molino para ser triturado. Horno para secar la cebada: *secador de malta*.

2) *La preparación del vinagre*. El vinagre es muy antiguo. Se usa en la preparación de numerosas comidas, medicinas, pinturas, el plomo en blanco, el cardenillo, etc.... El primer vinagre fue el *vinagre de vino*. El vino en contacto con el aire se agria. El vino en este estado ya no puede ser usado. Pero sí se puede usar si el ácido es purificado y concentrado por medios artificiales. De igual modo se agria la *cerveza;* en los países nórdicos se preparaba vinagre con cerveza. Al igual que entre los antiguos, la fabricación de vinagre era secreto hasta el tiempo de los grandes inventores. La química terminó con las técnicas antiguas.

3) *La preparación de aguardiente*. De todas las sustancias que pueden fermentar alcohólicamente se puede obtener aguardiente por medio de la *destilación*; por ejemplo, del vino, levadura de cerveza, cereales y todas las semillas harinosas, de frutas, papas, remolachas, etc.... Posiblemente [esta técnica] fue traída por los *árabes* a Europa. Ya en los tiempos de Alejandro Magno practicaban los hindúes un arac (*Al Rack*). En 957 los chinos usaron el *arac* en vez del auténtico vino; los árabes lo consumían primero como medicina y esencia. Los indicios más antiguos de *destilación con corriente de agua* se encuentran en el año 450 d. C. Las destilerías se conocían desde el siglo VIII. *El arte de destilar en forma ascendente* fue inventado más tarde por los árabes. El médico español Abulcasís, que vivió a principios del siglo XII, describió un aparato de destilación parecido al nuestro... *Raimundo Lulio* (1235-1315) fue, entre los europeos, uno

de los primeros que tuvo conocimiento del aguardiente... Los habitantes de *Módena* aprendieron a destilar el aguardiente de los árabes; ellos fueron los primeros europeos que en una abundante cosecha de uva produjeron aguardiente de excelente calidad y lo

comerciaron en Alemania a *principios del siglo XIV*. Aquí se lo usó primero como medicina, especialmente contra la peste y otras enfermedades contagiosas. Los mineros alemanes se acostumbraron a esta bebida. Los venecianos iniciaron el comercio de aguardiente que se extendió a Turquía (a principios del siglo XV). Pero todavía en 1333 la preparación del aguardiente era un secreto de los alquimistas. A *principios del siglo XV* se hacía aguardiente de cerveza y levaduras. En aquellos tiempos era muy apreciado por el pueblo... En el siglo XV parece que se comenzó a preparar el *brandy* y el *aguardiente de frutas*. En el siglo XVI el aguardiente fabricado en Italia se vende bajo el nombre de *aquavitae*... También en *España* se hizo moda, en especial entre los varones, el tomar aguardiente. *A mediado del siglo XVI*, *Gustavo I*, advirtió acerca de las consecuencias del aguardiente. En el siglo XVI se dictaron advertencias, disposiciones y prohibiciones. En este siglo no sólo se destilaba aguardiente de vino, cerveza, levadura y cereales, sino también de bayas de enebro, laureles, cerezas, yedras, etc. En el siglo XVII el famoso Glauber ejerció este arte. Se fabricaba aguardiente de papas en la primera mitad del siglo XVIII... En *1786* las destilerías de aguardiente de Escocia estaban instaladas de tal manera, que el alcohol de *un* caldo sólo se podía trasegar *cada* 24 horas. En el mismo año se exigió pagar impuestos a los que destilaban. Por eso pensaron en vaciar en 24 horas de 5 a 6 veces el alambique. Y así sucedió. *La cantidad aumentó* y en menos de cinco años los escoceses habían perfeccionado tanto sus destilerías que podían vaciar 20 veces el alambique en 24 horas. La cantidad aumentó más todavía y en 1797 vaciaban el alambique 72 veces en 24 horas. Ahora tenían que pagar por cada entrega de alambique 54 libras esterlinas; en 1786 pagaban 1 1/2. En el primer decenio del siglo XIX los escoceses desarrollaron tanto esa técnica que podían vaciar un alambique 480 veces en 24 horas. Cada destilación duraba aproximadamente tres minutos. La rapidez de la destilación se obtenía /36/ especialmente porque se cimenta- /36/
ba la base del alambique que tenía poca altura. La evaporación era, naturalmente, mucho más rápida (224-277).

Segundo capítulo. Objetos de alfarería e historia de los mismos.

1) *Trabajos de alfarería en general.* La fabricación de vajillas de arcilla es más antigua que la de recipientes de metal. *Torno de alfarero*.

163

Horno de alfarero. El torno de alfarero sigue siendo el antiguo. El *mogate* de objetos de arcillas. A fines del siglo XVIII se trató de llegar a un mogate sin plomo.

2) *Fajance*. Se diferencia de la primera por la mejor calidad del ba-

rro, mejor formación; mogate más fino y pinturas artesanales. El nombre proviene de la ciudad *Faenza* en Italia, en donde se fabricaron a principios del siglo XVI objetos de tierra muy hermosos. En *Francia Bernard Palissy* fabricó a mediados del siglo XVI la *fayance*, y así comenzó la verdadera pintura de esmalte.

3) *Loza*. Un alemán, *Eller* o *Elers*, inventó en 1690 en Inglaterra la vitrificación de objetos, virtiendo [el vidrio líquido] con sal común. Bentley descubrió en el siglo XVIII una nueva y práctica forma de fabricar loza. Por último, *Josiah Wedgwood* introdujo tantas innovaciones que ya no tenían semejanza [con las antiguas técnicas], por lo que también se le llamó Wedgwood Porcellan o Wedgwood. Pensó en el mejoramiento de la masa, al igual que de los colores; inventó un pirómetro para determinar el grado de calor que necesitaban los recipientes para alcanzar la vitrificación. También mejoró las formas.

4) *Porcelana*. Es el objeto de arcilla más hermoso. Chinos. Japoneses. Los portugueses trajeron la porcelana china a Europa. A principios del siglo XVIII el comercio europeo comenzó a sentir la competencia de la porcelana china y japonesa; se inventó la *porcelana Sajona*. Porcelana (*Porcella* en portugués: *plato*). *Johan Fried*, *tinajero*, nacido en 1682, inventó en los primeros años del siglo XVIII la porcelana sajona. La primera porcelana verdadera la fabricó en 1706 en el antiguo bastión de Dresden, llamada la *doncella*. Era de color café y rojo jaspe. Sólo en 1709 fabricó la *porcelana blanca*, y en 1710 apareció la verdadera fábrica de porcelana en Alberchts, en Meissen... Como iba en ascenso la técnica para perfeccionar la fabricación de recipientes de arcilla, especialmente finos, así como la cantidad de éstos, se pensó en mejorar los instrumentos, inventándose nuevas piezas o usando aplicaciones para lograr algunas ventajas (278-321).

Tercer capítulo. Objetos de vidrio y fábricas de vidrio.

1) *Vajilla de vidrio de todo tipo*. En Hungría se usaban en el siglo XV habitualmente ventanas de vidrio; los vasos para beber [de vidrio] eran en cambio muy raros y caros... Los antiguos sabían *pintar sobre vidrio*. La tintura de *vidrio* se perfeccionó algo en los tiempos modernos... Esmalte, perlas de vidrio, corales de vidrio.

164

2) *Espejos y fábricas de espejos*. *Murano* es el origen de todas las demás fábricas de espejos de Europa. Hasta fines del siglo XVII era prácticamente la única [fábrica] que exportaba espejos a toda Europa, a la India Oriental y Occidental... En Murano, al igual que en otras partes, se obtenían los espejos de cristal por medio de burbujas. La burbuja de vidrio era cortada y aplanada en un horno especial

para lograr una extensión suficiente. Los venecianos pudieron así producir placas de vidrio hasta con una altura de 50 pulgadas. Debían tener un grosor constante, y era muy difícil obtenerlas con más de 15 pulgadas parisienses. Los *franceses* inventaron en el siglo XVII el arte de *verter el cristal de espejo en placas* y así se podía alcanzar una altura de 100 y más pulgadas y con grosor constante. En 1634 se construyeron talleres de vidrio... Los franceses desarrollaron también el *pulido limado* de espejos. Los ingleses desarrollaron en el siglo XVIII el arte de batir el estaño que se necesita para laminar de una manera muy regular y fina [el espejo], a tal grado que en aquella época casi todas las fábricas de vidrio de Europa importaban sus placas de estaño (hojas de estaño) de Inglaterra... (321-364).

Cuarto Capítulo. Historia de la técnica del teñido.

El jugo de plantas y bayas aplastadas, algunos tipos de tierra solubles en agua, la sangre de animales y sustancias parecidas llamaron mucho la atención del hombre. Así se le ocurrió adoptar una apariencia exterior [pintando en sus ropas] flores y aves que existían en la naturaleza... Con el *tejido* se inició la verdadera etapa del teñido... Egipcios, fenicios. Colores purpúreos... Nuestro alumbre se aprendió a obtener en el siglo XII por medio de cristalización... Los egipcios ya conocían el arte de *estampar* colores sobre telas... Los griegos y sarracenos guardaron secretamente por mucho tiempo el arte de teñir; todavía en el siglo XI obtenían las púrpuras más hermosas; pero no las perfeccionaron, y cuando en los siglos XI y XII el color escarlata igualó al púrpura, se lo abandonó totalmente... Las *Cruzadas* trajeron a Europa el arte de teñir, primero a Italia, en el siglo XII... Ya en el siglo X se usaba el *pastel* en las tintorerías alemanas... Así en Turingia en 1290 se cultivó bastante *pastel*, en *Erfurt*. Muchos patricios se asentaron aquí con permiso de cultivar pastel, se les llamó entonces *latifundistas del pastel*... Molinos de pastel... A principios del siglo XVII el pastel fue desplazado por el índigo. Antes de 1616 más de 300 pueblos de Turingia cultivaban pastel. En 1629 sólo 30. *Madera de Pernambuco* (para teñir con color rojo). Aparece en 1198 bajo el nombre de Braxilis. Brasil obtuvo de éste su nombre... El palo de Campeche o la madera de

165

Campeche se usaba hace varios siglos en las tintorerías europeas para teñir de color azul y violeta. El paraguatán se usó para la seda... *Rubia* (teñido rojo)... *Cochinilla*... Bayán, escarlata, baya de grana, la gualda y el palo amarillo son, desde hace mucho, los colores más finos para teñir de amarillo... Con el tiempo se hallaron *muchos más vegetales tintóreos* (en el siglo XVIII)... En el siglo XIV, y después en el XV, los italianos, especialmente los venecianos, gene-

raron un monopolio de las tintorerías. *Giovanni Ventura Rosetti*, escribió bajo el nombre de *Plictho*, en 1548, un libro "De l'arthe de Tentori", en donde resume las experiencias italianas. Al fin le mostró el camino a ingleses, franceses y alemanes... Los colores *marrón* y *negro* eran casi los únicos que podían producir los alemanes hasta el siglo XII. Se llamaban *tintoreros negros*. Pero esta situación mejoró en los siglos XII y XIII, con la destrucción de Milán, ya que muchos artesanos de Italia huyeron a Alemania. Los alemanes conocieron por medio de las Cruzadas muchos países orientales, y así, con ayuda de la Confederación Hanseática y del Palatinado, aumentaron el comercio con pueblos extranjeros. Además de los tintoreros negros existían los tintoreros de paños, pasteles, artesanos y los tintoreros del Palatinado... Había odios y peleas entre los tintoreros negros y
/37/ el resto. En la mayoría de los países los primeros dominaron la situación... Auténticos *tratados de tintorería* se expusieron en los tiempos modernos. Especialmente los franceses. Ya hacía mucho que se había observado que varios colores eran absorbidos y retenidos fácilmente por la lana, menos por la seda; en cambio, no eran absorbidos por el algodón y lino. Después de muchos esfuerzos se llegó, por medio de una preparación [adecuada] y por sustancias reactoras (la llamada *agente de picklaje*), a colorear toda sustancia en tal estado, que en un mayor o menor grado absorbía la tintura. *Hellot* no siguió los pasos de los franceses Macquer, D'Apligny, du Fay, Berthollet, Chaptal y otros para encontrar la explicación de la técnica de la tintura. Después seguirán los ingleses Bancroft, Henry; los alemanes Bergmann, Göttling, Hermbstädt y otros. Helliot supuso que la tintura acontecía según leyes mecánicas; consideró a la preparación del agente de picklaje, que permite absorber la tintura con más facilidad, como un agente que aumenta y purifica los poros. Pensó que el átomo de la sustancia que tiñe se encontraba dentro de estos poros como un diamante en el anillo. *Bergmann* y *Berthollet* regresaron a las leyes de la *analogía* y *afinidad*. Berthollet explicó el efecto del agente de picklaje, o de las sales neutrales y medias, como una unión en la que el pigmento se adhiere más fácilmente gracias al agente de picklaje. Esta sustancia intermedia ejerce una fuerza de unión de los pigmentos con las sustancias a colorear. Sólo ahora la

166
(técnica de la) tintura logró una expresión *científica*. Se descubrieron así una gran cantidad de aspectos en el arte de la tintorería. *Giroz* logró solidificar y aumentar la resistencia del color del palo de Campeche. Guyton, Bose, Robert, etc., también alcanzaron descubrimientos parecidos... El inglés Gratrir de Manchester inventó un método para darle a los paños el color que se deseaba... *Hellot*, *L'art de la teinture des laines et des etoffes de laine*, *París*, 1750. C.L. Berhollet, *Elements de l'art de la teinture*, 2 Vol; París 1791

(364-442).

168

II.

POPPE, (J. H. M.), HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS DESDE LA ANTIGÜEDAD A LOS TIEMPOS MODERNOS. TÜBINGEN. 1828.

/10/

Introducción. El método de los antiguos egipcios, que medían la altura de las pirámides a partir de longitudes de sus sombras, nos muestra lo avanzado y exacto del estado de las matemáticas entre aque-

llos pueblos. Para nosotros [europeos], los maestros de las matemáticas fueron los griegos. Platón inventó el análisis geométrico. Euclides, en el 284 a. C., estudió en Atenas con los platónicos. La geometría elemental cambió profundamente poco después. Los matemáticos romanos sólo tradujeron o interpretaron a los famosos autores griegos. Durante siete siglos las ciencias matemáticas florecieron en las regiones que se encontraban bajo el dominio de los árabes. Los moros las trajeron a España y desde ahí se propagaron por toda Europa. Las matemáticas se conservaron prácticamente gracias al esfuerzo de los árabes durante los siglos X al XIII. La *astronomía* fue muy *cultivada* por ellos. *Roger Bacon* tradujo a Euclides, Apolonio, Arquímedes, etc., en la segunda mitad del siglo XIII (1-14).

PRIMERA SECCIÓN. HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS PURAS.

1) *Historia de la aritmética o el cálculo*. Los fenicios. Los pueblos más antiguos, a excepción de los *chinos* y *tracios*, ya usaban el contar hasta diez. Llegaron a éste resultado sumando los dedos de ambas manos. Usaban también las letras del alfabeto como *letras numerales*. Las letras-numerales hasta el diez se diferenciaban de las puras letras gracias a *signos acentuados*; así lo hicieron los griegos; o también se combinaban letras, tal como lo hacían los romanos. Las nueve letras llamadas numerales arábigas son el 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Con ellas y con la ayuda del 0 se pueden escribir los números más elevados, al combinarlas de una cierta manera. Fue uno de los inventos más preciosos de la humanidad. Este invento negó a Europa con los *árabes* en el siglo XI o XII. Arquímedes usó ya números muy elevados. El practicó con órdenes de diez mil y miríadas. Pudo calcular el perímetro del círculo hasta los límites de $3^{1}{}_{7}$ y $3^{10}{}_{71}$, tomando como unidad el diámetro del círculo. Al principio las letras numerales arábigas, y el valor designado por su respectivo lugar, sólo eran usadas

por los matemáticos y de ninguna manera en la vida cotidiana. En los documentos encontrados hasta en el siglo XV, éstos números eran raramente usados. En aquel tiempo generalmente se utilizaban los números romanos. Sólo después de la segunda mitad del siglo XVI se los usó habitualmente. En el siglo XV tales números se escribían más en piedras que en pergaminos. Su impresión a imprenta era lo menos usual. En los libros impresos más antiguos hasta los mismos números del año se escribían con palabras o con letras numerales romanas. Así, en los tiempos de los romanos y más tarde, cuentas muy elevadas, por ejemplo las cuentas domésticas y cuentas comerciales, nunca se contaban con números, sino con piedras u otras marcas colocadas sobre un *ábaco*. En éste se encontraban dibujadas varias líneas paralelas. Una piedrita o cualquier otro signo en la primera línea significa una unidad; en la segunda diez unidades, etc. Juego antiguo con números. Supersticiones. Igual que en la Edad Moderna, especialmente en el siglo XVI... *Inventos pitagóricos*: eran realmente muy poco prácticos y pesados. La tabla de multiplicar poligonal o piramidal, etc.; los números corpóreos y simétricos; también se utilizaron para calcular las relaciones musicales. Los griegos conocían las cuatro *reglas*; también las propiedades de las relaciones y *proporciones* geométricas; las progresiones aritméticas y geométricas; la doctrina de las extensiones cuyas proporciones no se pueden expresar exactamente con números, etc. Además ya conocían el procedimiento para extraer el cuadrado y raíces cuadradas. A fines del siglo XVI la extracción de las raíces, especialmente la aproximación, cuando es irracional, se estimuló más que antes, ya que se contentaban sólo con quebrados, mientras que después se ponían [los quebrados] con la raíz entera que muestra el número. Simon Stewin usó para ésto los quebrados decimales. Desde antiguo se hicieron muchos esfuerzos para *denominar* y *designar las potencias*... En el *siglo XVI* la contabilidad pública, etc., era algo habitual. En aquellos tiempos se empezó a calcular intereses comunes, como por ejemplo los intereses que, anualmente; se añadían al *capital*... Graumann descubrió en 1731 la regla de conjuntos. La *regla* "*falsi*" fue utilizada antes de que el álgebra fuese conocida o usada... *Logaritmos*. En 1614 por primera vez el escocés *Johann Neper* (en realidad Napier) descubrió las tablas logarítmicas, que fueron corregidas por *Briggs*. Su tabla logarítmica apareció en Londres por primera vez en 1624. Máquina calculadora... A principios del *siglo XVI* ya aparecieron en gran número libros de matemáticas. El español *Juan de Ortega...* Adam Riese (15-79).

170

2) *Historia de la geometría*. El arte de la topografía dio origen a la

geometría. Tales. Pitágoras. Enópides de Chios resolvió en el año 500 a. C. algunos problemas geométricos sencillos. Hipócrates de Chios descubrió, 450 años a. C., la igualdad de espacios comprendidos en líneas curvas y espacios comprendidos por líneas rectas. Platón, 400 años a. C. Antes de Platón la única línea curva que era tomada en cuenta en la geometría era el círculo. El introdujo conos truncados, elipses, parábolas e hipérbolas, aunque se indique como a su inventor a Menecmo. Aristao escribió sobre todo esto. Apollonio expuso en ocho libros sobre estas cuestiones. *Endoxo de Enido*. *Euclides*, 300 a. C. *Arquímedes*, 250 a. C. Al finalizar el siglo XVII, empieza una nueva época en la geometría, con el análisis infinitesimal de Newton y Leibnitz...

3) *La historia de la geometría práctica, en especial.* /11/

4) *La historia de la trigonometría, en especial.* La escala tangente la usaron los orientales antes que los europeos.

5) *Historia del álgebra y el análisis.* Al griego *Diafonte* se le considera el inventor del álgebra por sus estudios de las ecuaciones. Los árabes ya las conocían a principios del siglo X. En el siglo XVI, especialmente los italianos, adelantaron mucho el método general del cálculo. El francés François Vieta introdujo las letras en el método general del cálculo a fines del siglo XVI. Las matemáticas florecieron, gracias a Newton, Leibnitz, Bernoulli, etc., a fines del siglo XVII e inicios del siglo XVIII.

SEGUNDA SECCIÓN. HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS APLICADAS.

1) *Historia de las ciencias mecánicas*. Estática o teoría del equilibrio de los cuerpos sólidos; mecánica o teoría del movimiento de cuerpos sólidos; hidrostática o teoría del equilibrio de los cuerpos líquidos. Aerostática o teoría del equilibrio de gases; neumática o teoría del movimiento de gases, atmometría o teoría del equilibrio y movimiento de los vapores. En los últimos 150 años estas ciencias han logrado más avances que en los últimos 1000 años... Desde su comienzo el hombre ha sabido manejar una *mecánica natural*... *Arquímedes* hizo en la balanza estos estudios: si ambos brazos de la balanza son de igual extensión, para que la balanza se encuentre en estado de equilibrio los pesos que se colocan en los platillos de la balanza también tienen que ser iguales. Si uno de los brazos es más largo que el otro, como en la llamada balanza romana, entonces el

peso colocado en el brazo más largo debe de estar en proporción inversa al largo del brazo. Se llegó a la conclusión que en una balan-

za irregular los pesos colocados en los brazos diferentes de dicha balanza tienen que ser *inversamente proporcionales* si se quiere llegar al equilibrio. Este principio contiene *toda la teoría de la palanca* y [la base para] todas las máquinas que se fundan en estas conclusiones.

III.

POPPE., (J. H. M.), LA FÍSICA ESPECIALMENTE APLICADA A LAS ARTES, MA-

II. *Las características generales de las sustancias.* Expansión, porosidad, impenetrabilidad. Cohesión, divisibilidad, inercia, movilidad (5). El aire es ochocientas veces más ligero que el agua (12) La plata puede ser doblemente resistente de no estar laminada; el latón, el triple; el plomo ofrece cuatro veces más resistencia si no se lo amartilla o aplana (16).

III. *Tipos de fuerzas que producen efectos especiales en los cuerpos.*

1) *Compresión y elasticidad*. Los cuerpos de los que se tiene experiencia de elasticidad se llaman dúctiles; [los otros son] cuerpos (duros) (26). E1 aire y los vapores son especialmente elásticos. (Máquina de vapor, terremoto, volcán).

2) *Dureza, fragilidad y cuerpos blandos*. El cuerpo más duro es el diamante. [Son igualmente duros] las piedras preciosas y el acero. En menor proporción el hierro fundido, el bronce de las campanas y el metal para cañones (31). Con el frío todos los metales son más broncos (32). Al templar los metales se tornan más frágiles; al mezclarlos entre sí más duros, como en el caso del oro mezclado con cobre; el del cobre con cinc y estaño, etc. (34). El hierro combinado con carbono forma el acero (31).

3) *Adhesión y atracción.* La forma esférica es la forma natural de los líquidos cuando forman gotas (37). Fuerza capilar (40).

IV: CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS LÍQUIDOS QUE FORMAN GOTAS.

1) *Peso específico del agua*. Se usa en lavaderos de oro, etc. (42). Fuentes hidrostáticas (44). Prensa hidráulica, etc.

2) *Fuerza de inercia y de resistencia del agua.*
Los cuerpos se hunden velozmente o con menor velocidad en el agua según su densidad. Peso específico (48).

3) *Peso específico de los cuerpos sólidos.*
Como se sabe, cada cuerpo sólido que se hunde en el agua desplaza la misma cantidad de agua que su volumen; el cuerpo pierde tanto peso como la cantidad de agua que desplaza y de la cual ocupa su espacio. Por ello es fácil encontrar la *relación del peso específico del cuerpo con el agua*. Suponiendo que la sustancia sólida oro tuviera en la atmósfera un peso de treinta y ocho dracmas, al sumergirlo en el agua y pesarlo nuevamente la balanza sólo marcaría treinta y seis dracmas. El peso específico del oro se comporta en el del agua = 2:38 ó 1:19; y así el peso específico del oro, si el del agua es uno, lógicamente es diecinueve veces más denso que el del agua (51). Si se
/4/ quiere determinar el peso específico de un cuerpo sólido que tiene menor densidad que el agua, que flota entonces en el agua, como la madera, habría que unirlo, por ejemplo, a un pedazo de metal que sí se hunde en el agua, al que habría que pesar anteriormente en la atmósfera. Se investiga de esta manera, primero, la pérdida de peso de los dos trozos unidos y, después, el del trozo de metal solo. Si se resta la pérdida de peso de éste, se puede tomar la diferencia del peso del cuerpo que se está estudiando y establecer así la relación correspondiente. Supongamos que el peso del cuerpo ligero sea en la atmósfera de cuatro dracmas y se une con un pedazo de plomo de ochenta y ocho dracmas. El último perdió ocho dracmas, pero unido con el cuerpo ligero perdió veinte dracmas de peso. Entonces la diferencia es de 20-8 = 12; por lo cual la relación del peso específico del cuerpo sólido con la del agua es de 12: 4 ó 3: I; el agua tiene tres veces, más densidad. Granos, tierras, pólvora, mercurio, etc., no se los sumergen directamente en agua. Se los coloca en una cubeta de vidrio con una tapa hermética, después de calcular su peso al aire libre, se verifica la pérdida de peso de la cubeta en el agua. Posteriormente es necesario calcular la pérdida de peso de la cubeta llena de agua. Si se resta la última pérdida de peso de la primera se obtiene la pérdida de peso de los granos, tierra, pólvora. Esta es la relación de su peso específico con respecto al agua. Si se conoce la relación del peso específico del cuerpo con respecto al agua, también se conoce el peso específico del cuerpo en cuanto tal, ya que el del agua es igual a uno. Sólo se necesita dividir el peso del cuerpo en el aire libre por su pérdida de peso en el agua. Por ejemplo, arriba se mencionó el oro; la relación del peso específico del agua con el oro es de 2:38; el peso específico del cuerpo es, entonces, de 38/2 = 19. La relación del cuerpo ligero mencionado es de 4: 12 ó 12/4 = 3. Si queda un quebrado se lo transforma en un número decimal (51-53). Mientras más denso o más peso específico tenga un cuerpo, menos peso perderá; mientras más liviano sea o menos peso

específico tenga, perderá más peso (53). Los conocimientos de las pér-

didas de peso de los cuerpos en el agua (o del peso específico en general) son usados por ejemplo en la mineralogía como medida. Como el oro pierde en el agua un poco más de 1/19, la plata entre 1/10 y un 1/11, etc., se pueden diferenciar el metal precioso falsificado del metal precioso puro. Para esto se necesita una balanza hidrostática exacta (54,55).

4) *La flotación en general*. Los cuerpos *más pesados* pueden flotar si se los ahueca. Una esfera hueca de oro flota si el aire que se encuentra dentro de ésta pesa menos que una esfera de agua del mismo volumen (55). También se pueden unir cuerpos, que por su densidad son más pesados que el agua, con otros que son más ligeros; [flotan] si estos cuerpos sumados pesan menos que una masa de agua con el mismo volumen. Un barco (56). Mientras más se *hunda* el centro de gravedad de un cuerpo flotante hay más seguridad de que no se vuelque (57).

5) *El peso específico de ciertos líquidos*. Cuando se mezclan y agitan líquidos de diferentes pesos específicos en un recipiente, se pueden separar después de algún tiempo de reposo— según su peso específico respectivo; el líquido más pesado se precipita y el más ligero flota sobre él (58). Un cuerpo sólido que se sumerge en diversos líquidos, se hunde en los menos densos más rápido que en los más densos. Si un cuerpo flota en diferentes líquidos pierde más peso en los líquidos densos más pesados que en los más livianos, por lo mismo se hunde menos en los más pesados. También se hunde en líquidos de pesos específicos más livianos, mientras que en otros flota. Si se pesan, por medio de una balanza normal, dos cuerpos sólidos al aire libre y se sumergen, uno en agua y el otro al mismo tiempo, en aguardiente la balanza pierde su equilibrio; el brazo de la balanza en donde se encuentra el cuerpo sumergido en agua se eleva más que el otro. Esta experiencia permite determinar los pesos específicos de muchos de los líquidos. Se investiga en una balanza muy exacta y sensible la pérdida de peso de un cuerpo, por ejemplo una cierta masa de vidrio que se va hundiendo en el líquido, primero en agua de lluvia o en agua destilada y después en cualquier otro líquido. La relación de las pérdidas de peso muestra la relación del peso específico de este líquido con el agua. Si, por ejemplo, la pérdida del peso del vidrio en el aguardiente fuese de cinco y en agua de seis, entonces el peso específico del aguardiente con relación al agua es de 5:6 por lo que el peso específico del aguardiente, tomando en cuenta que el del agua es uno, es de 5/6 (60). Ejemplos de peso específi-

175

cos: *Platino* (amartillado) 21 314; *oro* (amartillado) 19 361; *plomo* (amartillado) 11 352; *plata* (amartillada) 10 622, etc. (59-60).

6) *Los areómetros*. El areómetro o balanza hidrostática de líquidos se basa en el hundimiento más o menos rápido de un cuerpo en un líquido; se les denomina balanza de sal (balanza de salina, areómetro de sal), balanza de sosa, balanza de cerveza, balanza de aguardiente (alcoholímetro). balanza de mosto, de vino, de leche, etc., se usa en salinas, fábricas de jabones, procesadoras de potasa, procesadoras de salitre, procesadoras de vitriolo, procesadoras de alumbre, cervecerías, destilerías de aguardiente y procesadoras de vino, etc. (62). El areómetro muestra el porcentaje de peso. Por ejemplo, nos muestra cuánto alcohol hay en el aguardiente, cuánta sal en el agua de sal, etc. (64). Es necesario conocer las condiciones normales de lo que está indicado en el instrumento; como, por ejemplo, con qué temperatura del líquido se graduó el areómetro, porque el peso específico de un líquido cambia siempre ante un cambio de temperatura. Mientras más alta sea la temperatura de cualquier líquido, más liviano será su peso específico y más profundo se hunde el areómetro en dicho líquido (65).

V. EL AIRE EN LA ATMÓSFERA.

1) *Presión y peso del aire*. El aire presiona a todos los cuerpos en tierra. El experimento [fue realizado] por Toricelli en 1643 (67). Cuando se detiene un flujo por la presión del aire. Sifón para extraer el vino del tonel. Al expander los pulmones, se forma un espacio vacío mientras se bebe, mientras se fuma tabaco, etc., por lo que la presión del aire exterior impulsa al líquido o al humo de tabaco a penetrar en la garganta (70).

2) *Bombas por aspiración y presión, sifones y litrómetro*.* Cuando la presión del aire equilibra una columna de mercurio de veintisiete pulgadas con una columna de agua de treinta y dos pies, significa que la altura que alcanza [la columna] en el líquido por la presión del aire, suponiendo que la presión del aire permaneciera igual, depende del peso específico del líquido; [la presión del aire] puede alcanzar un líquido de densidad liviana a una gran altura y un líquido de densidad pesada a una mínima altura. En esto se funda un instrumento que, en lo básico, está formado por tubos que contienen diferentes líquidos, donde uno está comunicado a una esfera

*Aparato de época *Litrameter*. N. del T.

vacía por un lado; por el otro, está expuesto a la presión del aire exterior, y así, considerando las diferentes alturas de los líquidos producidas por la misma presión de aire, se calculan los pesos especí-

ficos de estos líquidos (75, 76).

3) *El barómetro*. La presión del aire alcanza [en el barómetro] a la del mercurio a la altura *aproximada* de 27 pulgadas, la del mercurio a la del agua a la altura aproximada de 32 pulgadas. La presión del aire no siempre es constante, sino que *cambia*, a veces es mayor, a veces menor. Se fija verticalmente en un trozo de madera un tubo de vidrio con mercurio que posee una abertura [que lo conecta] a un vaso [abierto] y se divide en pulgadas mediante líneas indicativas en la superficie del tubo de mercurio; este tubo puede usarse para medir la presión (peso o elasticidad) del aire; [es el] *barómetro*. Al cambiar la presión del aire también se indica el cambio de las condiciones climáticas. *Vidrioclimáticos** (76, 77). Entre nosotros, en los valles, las presiones extremas del barómetro marcan de 25 a 29 pulgadas; el barómetro no desciende por debajo de las 25 pulgadas y no sube más allá de las 29 pulgadas; por ello no se necesitaría la escala del barómetro de 0 a 29 pulgadas, sino que sólo de 25 a 29 pulgadas (77). El *punto cero* del barómetro está siempre en el nivel normal del mercurio, que se encuentra en el vaso abierto. Si desciende una pulgada pasa una parte de mercurio del tubo al vaso, por lo que el nivel del mercurio [del vaso] sube y el punto cero ya no está exactamente en el nivel anterior; pero si, por el contrario, asciende una pulgada, la presión del aire exterior hace pasar mercurio del vaso al tubo, por lo que el nivel del mercurio en el vaso desciende y el punto cero tampoco estaría exactamente en el nivel anterior.

4) *Diferentes densidades del aire en diversas alturas, y uso del barómetro para medir alturas*. Las capas de aire inferiores son más pesadas que las superiores. Las capas de aire presionan unas sobre otras y por ésto se comprimen [las inferiores]. Mientras más capas de aire presionen sobre la *primera*, ésta es más comprimida y por ello es más pesada (82). Pascal supuso por primera vez en 1663 que en gran altura el mercurio del barómetro descendería cada vez más (83). Según de Luc una línea de desplazamiento en la columna de mercurio del barómetro es igual a una diferencia de altura de 75 pies. Esto sólo es válido para alturas menores a 6000 pies. Si una capa delgada de aire en cierta altura presiona de igual manera que otra a baja altura, entonces la primera debería estar en una relación directa con

____

**Wetterglas*. N. del T.

177

/5/ las inferiores, según su densidad y peso. Según la ley de Mariotte / el volumen del aire es *inversamente* proporcional a la presión y en la misma relación sé puede medir a las capas de aire ascendentes. Primeramente se divide a la columna de mercurio del barómetro, y

también a la columna de aire equivalente en 2,800 capas, a cada una de las cuales se le asigna 1/100 de pulgada. Las siguientes capas de aire aumentan proporcionalmente con el decrecimiento de la presión de aire. Al sumar las medidas se obtienen las diferentes alturas con sus respectivas posiciones en el barómetro, a partir de la altura del nivel del mar. Si se quieren definir en una cierta relación las alturas que se han medido con el barómetro se calcula la presión de aire en relación geométrica. Los resultados que nos entregan las mediciones del barómetro y sus respectivas alturas, forman así dos progresiones: la primera decreciente, geométrica; y la última creciente, aritmética (83, 84).

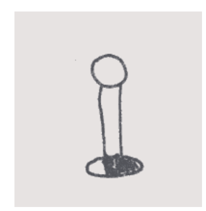
5) *Fuerza de la presión del aire en determinada superficie y fenómenos del vacío a grandes alturas.* El barómetro indica la presión del aire en la columna de mercurio. Por ello es fácil calcular dicha presión en una determinada superficie y en un cierto lugar. Esta presión se comporta siempre igual con respecto a la columna de mercurio, cuyo nivel permanece constante en relación a una superficie dada, y cuya altura puede leerse en la columna del barómetro. Normalmente se toman catorce pies cuadrados como la superficie total de una persona. Ella es presionada por una masa de aire de treinta a cuarenta mil libras. Al descender o subir el indicador del barómetro una pulgada, significa que la presión disminuirá o crecerá en mil libras.

El ser humano normal no siente ningún efecto en todos estos cambios (85, 86).

6) *Producción de vacío relativo y expansión del aire por medio de calor.* El calor aumenta normalmente el volumen del aire... al igual que el de otras sustancias. A partir [de este principio] se inventaron los globos de Montgolfier. La cuestión se explica fácilmente: se fabrica un balón de más de cien pies de alto de forma redonda o de pera, de lienzo y forrado con papel. Debajo de éste se cuelga una canastilla con cuerdas y [sobre ella un] recipiente con materiales combustibles que se encuentran debajo de la abertura del globo y que tienen la función de producir vacío y aumentar el volumen del aire. El aire en expansión se introduce por la abertura inferior [del globo], donde presiona con fuerza de expansión a las paredes del balón y lo infla tanto que llega a ser más ligero que la

totalidad del aire [desplazado] y que la canastilla que porta a los conductores del globo, [es decir], más ligero que la masa de aire del mismo volumen. Por esto tiende a elevarse a las alturas (87, 8). Si se toma un tubo de vidrio en su parte inferior abierto; y si el tubo está conectado a una esfera de vidrio y se calienta la esfera, se puede

expulsar, por medio de dicho calentamiento, casi todo el aire de la esfera y el tubo.



Si se coloca el orificio del tubo en agua, aguardiente o mercurio, en el momento que se experimentá a [este vaciamiento] el aire exterior [por presión] introduce el líquido en el espacio vacío del tubo o de la esfera. De esta manera se llenan los *tubos de termómetros*. Si por medio del calentamiento de la esfera se expulsara cierta cantidad de aire, al poner el tubo en agua o aguardiente coloreados sólo una parte del líquido entraría en el tubo siempre y cuando la esfera se encuentre vacía. Se obtiene así el *termómetro de aire de Drebbel*. Si el aire de la esfera es calentado un poco más, entonces expulsaría una parte del líquido a causa de la expansión; si se enfriara, este aire ocuparía un espacio más reducido y la presión de aire exterior presionaría el líquido en los tubos (88). El aire caliente es más liviano que el frío, tiende por ello a descender normalmente como aire frío y más denso. Por ello, los techos de las piezas se encuentran siempre más calientes que los pisos, aunque se usen técnicas muy desarrolladas para contrarrestar este efecto (89). Si por medio de calor se produce vacío, el aire circundante, con mayor densidad, llena el vacío para mantener nuevamente el equilibrio. De este modo se generan los *vientos*. Calefactor con aire caliente (90).

7) *La bomba de aire y otros medios mecánicos para producir vacío*. En la Edad Moderna la bomba de aire se ha aplicado en técnicas numerosas y útiles: Ya se conocía, desde hacía tiempo, que de un líquido calentado se desprenden vapores que ascienden, lo cual acontece más fácilmente, con mayor rapidez y con menor grado de calor, cuando está operación se realiza en vacío. Por esto se agregaron a la bomba de aire, instrumentos para destilar —destilerías de aguardiente— o de ingenios azucareros. Si se genera en un recipiente

un cierto vacío y se coloca sobre un alambique o sobre las calderas de ingenios de azúcar, el vapor se expande en dicho recipiente con mayor facilidad y con menor grado de calor. Se ahorran entonces tiempo, material combustible y se impiden incendios (100). *Compresor de aire* para hacer extracto de polvo, plantas, etc., o para impulsar líquidos, por ejemplo una solución de cola, un extracto tintóreo o un extracto para curtir los poros de muchos cuerpos sólidos, de fieltro, telas, papiros, etc. Compresor de agua de Baader (100-102).

8) *El manómetro o dasimetro. Lockerheitsmesser** o densímetro del aire (103).

9) *Compresión del aire e instrumentos para compresión*. Bomba de compresión tal como se usa en la escopeta de aire (104). Pozo de Herón (106). "Diablillos" cartesianos (107). Fuelles a mano, caña de vidriero, etcétera.

VI. *EL SONIDO.*

1) *El sonido en general y diferentes tipos de sonidos*. Mientras más dura y elástica sea una sustancia, más apta es para transmitir sonido, y a la inversa (109). Al *son* se lo llama sonido cuando la vibración del cuerpo sonoro es constante; esto significa que en una unidad de tiempo se producen los mismos sonidos. Si observarnos en el son diferencias causadas por vibraciones de mayor o menor velocidad, se lo llama *tono*, etc. (109-110).

2) *El son y el tono*. La diferencia de un son con respecto a otro es percibida por el oído gracias a las diversas velocidades de las vibraciones, pero también por los diferentes estados de la materia de una sustancia que lo emite y por sus diversas estructuras. Si diferentes sustancias producen en una cierta unidad de tiempo el mismo número de vibraciones, se dice que están en *consonancia*. Un tono es más *alto* que otro si en una unidad de tiempo produce más vibraciones, y más *bajo* si produce menos. Si un par de cuerdas son del mismo largo, de igual grosor e igualmente tensas, poseen el mismo tono. Entre un par de cuerdas tensas que son del mismo grosor, pero de longitud diferente, la más corta produce más vibraciones que la larga en la misma unidad de tiempo; se dice entonces que tiene un tono más alto. De dos de igual longitud e igual tensión, pero diferentes

*Sin traducción al castellano. N. del T.

grosores, la más delgada produce en la misma unidad de tiempo más vibraciones y, en consecuencia, un tono más alto. De dos cuerdas de igual longitud e igual grosor, la que esté más tensa es la que tiene el tono más alto. En el violín y la guitarra los diferentes tonos que se necesitan para tocar se producen por el alargar o acortar las cuerdas por medio de los dedos (110-112). En todos los cuerpos sonoros existen partes denominadas *centro de oscilación, posición de reposo o punto lineal*. Chladni hizo visibles estas partes al ojo por medio de una superifice sonora. Las figuras nodales con arena en un cristal de vidrio de Chladni son creadas al tocar un arco de violín el borde del cristal. La misma figura nodal en el cristal, y acompañada siempre del mismo tono, [produce que] mientras más cercanas estén las figuras nodales, más alto sea el tono. Campanas. Acordeón (113-114).

3) *Función del aire en todo tipo de sonidos*. Si deseamos oír algo, no es sólo gracias a los cuerpos sonoros, que tienen que producir un movimiento vibratil o vibratorio además de poseer suficiente elasticidad, sino que también (deben producir dicho movimiento) aquellos cuerpos que transmiten el sonido a nuestro oído. El medio normal de transmisión del sonido es el aire de la atmósfera... Si el aire no tuviese gran elasticidad sólo oiríamos un sonido cuando partes sólidas y elásticas de los cuerpos sonoros entraran en contacto con nuestros oídos... Newton demostró por primera vez que las *vibraciones del aire* transmiten sonido por *ondulaciones*, compuestas por masas de aire con presión, expansivas y alternadas, y que tales ondas de aire son semejantes a las ondas del agua, que se perciben al tirar una piedra al líquido, pero no son exactamente idénticas a las ondas del agua, es decir , no son circulares. Nuestro oído puede diferenciar los tonos de cada instrumento por separado en una composición musical; de esto se deduce que las ondas sonoras se atraviesan unas a otras sin interrupción (117). /6/ El material de que /6/
está construido el instrumento de viento solamente controla la *fuerza* del *son*. La altura del tono del instrumento de viento depende de la densidad, elasticidad y longitud de la columna de aire oscilante interior. Los órganos vocales de los hombres y animales tienen un gran parecido con un instrumento de viento; especialmente con la tubería del órgano, donde el entonador produce un efecto parecido a la voz, [producido por la expulsión de aire por] los pulmones. El tubo es como una tráquea, la boquilla libre como la laringe de la glotis. La lengua, los dientes y los labios crean las diferentes articulaciones de la voz y, en consecuencia, los diversos sonidos de la lengua (117-119).

181

4) *Fuerza y velocidad de la propagación del sonido*. La propaga-

ción de un sonido es tanto más débil conforme aumenta la distancia del espacio en donde se expande. Cuando el oído se encuentra cercano al foco sonoro es más afectado por las ondas sonoras densas que percibe en proximidad, que de las menos densas emitidas a mayor distancia. A las partículas oscilatorias de aire que forman línea recta, que están una detrás de otra, se les llama *rayo sonoro*... La voz humana normal se oye aproximadamente a 70 pies... Aunque la fuerza del sonido disminuya a grandes distancias, la velocidad con la que se propaga es siempre la misma... Se calcula que el sonido en promedio recorre en un segundo la distancia de 1,038 pies, mientras que la luz [recorre] 42,000 millas. Viento, diferente densidad o elasticidad del aire, etc. disminuyen o aumentan su velocidad [de la propagación]. Es fácil determinar la distancia de una fortaleza sitiada, de un barco, de un nubarrón, etc., por medio del tiempo transcurrido entre el rayo (luz) y su trueno (sonido). Siendo el agua poco elástica, la propagación del sonido es difícil en dicho medio. Los cuerpos elásticos propagan el sonido y sin debilitarse, mejor que el aire, pero en razón de que no producen ondas sonoras en las que pueda expanderse [el sonido] se tornan inaudibles (119-124).

5) *El rechazo del sonido*. Un cuerpo elástico que choca contra un obstáculo duro, que no puede evitar, es rechazado; lo mismo acontece con las partículas oscilatorias o los rayos sonoros. La ley de refracción de todos los cuerpos elásticos es semejante. El ángulo de refracción es siempre igual al ángulo de incidencia. Según dicha ley se pueden construir ciertos cuerpos en los que los rayos sonoros, que chocan sobre su superficie, *son refractados* en una dirección fija y determinada. En ésto se basan los efectos del megáfono y la trompetilla acústica, de las bóvedas y las salas. Hay grutas, como por ejemplo la famosa oreja de Dyonis en Siracusa, cuyas paredes forman una cueva parabólica con la cualidad de refractar los rayos sonoros qu proceden de cierta distancia y en forma paralela, que después de su refracción se unen en un sólo punto; los llamados puntos virtuales de una parábola. Si alguien está de pie en este punto puede oír con mucha claridad lo que dice otra persona que está mirando en dirección contraria a la gruta, hablando en voz muy baja o silbando. También se han construido bóvedas, salas, galerías, etc., en forma de elipse, en las que se encuentran dos puntos virtuales, *a* y *b*. Si alguien está de pie en el punto virtual *b* escucha claramente lo que dice otra persona en voz baja en *a*, mientras que en todos los demás lugares no se percibe ningún sonido... Resonancia o eco. Los cuerpos que se refractan deben tener una forma determinada para que

emitan una cantidad suficiente de rayos sonoros a la posición donde el eco será oído y justamente por eso los rayos refractados no deben

dispersarse, sino reunirse y tienen que estar a tal distancia del oído que se puedan diferenciar la percepción del sonido y la del eco (125 - 128).

VII. EL CALOR Y EL FRÍO.

1) *Fenómenos del calor y del frío en general*. El grado de calor [determina] la temperatura (130).

2) *Cuerpos con calor y medios de producción de calor.* Medio de producción de calor: luz solar. *Mecánico*: fricción, compresión de los cuerpos. Con *agentes químicos* un cuerpo sobre otro (131). *Encendedor de aire*. Encendedor químico.

3) *Dilatación de los cuerpos por calor y contracción por frío*. Todos los cuerpos que por medio del calor se dilatan pierden parte de su peso específico, aunque no de su peso absoluto (135). Algunos cuerpos se toman de *menor tamaño* en el calor, como la arcilla mojada, madera mojada, etc., porque la humedad que se encontraba en los poros se evapora, y así, las propias partículas del cuerpo se contraen. De esta manera el hierro, azufre, estibio, bismuto y hielo ocupan menos espacio al fundirse porque los poros pierden aire. Las sustancias *gaseosas* se dilatan con calor las *líquidas* mucho menos y las *sólidas* mínimamente. Si 1,000 pulgadas cúbicas de aire fuesen calentadas a partir del punto de congelación hasta llegar al punto de ebullición del agua, ocuparían un espacio de 1,375 pulgadas cúbicas, 1,000 pulgadas cúbicas de agua de 1.046 3/5; 1,000 pulgadas cúbicas de hierro en las mismas condiciones sólo ocuparían 1001 1/2 pulgadas cúbicas. El aire se dilata entonces en la misma temperatura ocho veces más que el agua y treinta veces más que hierro, etc. Varios físicos buscaron en París la relación de dilatación de algunos cuerpos con respecto a la dilatación del agua, desde la temperatura del agua helada hasta su punto de ebullición, con una presión atmosférica de aproximadamente 27 1/2 pulgadas (13). [El resultado es que la dilatación del] vidrio es mínima, después la del platino, después la del oro, plata, latón, acero, estaño, plomo, cinc, etc., en este orden. También los cubiertos calentados se dilatan poco; si se los calienta hasta el punto de ebullición sólo 120/100,000 ó 1/800, y hasta ésto se puede reducir según Wedgwood a 2/3, si a la masa de arcilla se le agrega carbón y se hace más porosa. Por la dilatación de cuerpos sólidos por calor los recipientes de vidrio y porcelana se resquebrajan, los

183

grandes hornos de hierro explotan, etc. En el verano acortan su distancia los postes de piedra, etc.; los hilos de *hierro* con plomo reducen de tal manera su tamaño que o quiebran el poste fijado en la

tierra o rompen las piedras del basamento. Por eso los tubos de las cañerías de agua de hierro, cañerías de vapor y de gas, los puentes de hierro, etc., son fraccionados en intervalos determinados para dar libertad a dichos movimientos por medio de los llamados tubos de dilatación o compensadores. Los líquidos no sólo rompen recipientes de vidrio cuando se dilatan por calor, sino que también destruyen a los de metal en donde se los ha vertido. Las diferentes temperaturas también afectan a las diferentes partes de los relojes, especialmente de los reguladores. (Péndulo en los relojes de gran tamaño; resortes espirales en los pequeños). [Dichas partes] funcionan más lentamente si aumenta el calor, y más velozmente cuando se enfrían. Se corrige todo esto contrarrestando estos efectos en los relojes astronómicos y geográficos *d'une maniére ou d'une autre*. Las *escalas* de hierro y latón se vuelven inexactas, ya que con calor se alargan y con frío se contraen (136-142).

4) *Termómetro y pirómetro*. Termómetro (medidor de calor). Pirómetro (medidor térmico). Se basa en la experiencia de que todo cuerpo se dilata por calor, y por ello cuando se necesita dilatarlo aún más, se tendrá que producir un grado mayor de calor. Frecuentemente es necesario calcular la diferencia de temperatura entre dos cuerpos, *aire*, etc., o alterar su estado a fin de que adquieran un grado de temperatura más provechoso, como por ejemplo en el caso del *aire* de invernáculos, enfermerías, cuartos secos, cuartos de fermentación. Los *vapores* en calderas de máquinas de vapor, en hornos de calcinación y hornos de fusión; los *líquidos* en baños, calderas de tintorerías, calderas de jabón, de cerveza, etc. 1714 Fahrenheit de Danzig Reaumur. El agua hierve con más facilidad con baja presión que con alta; los puntos de ebullición son diversos a diferentes presiones, por lo que hay que usar la misma presión de aire en los termómetros o establecer en la escala del barómetro una presión determinada para poder comparar los grados térmicos. Termómetro de metal. El primer pirómetro con el que se pudo medir altos grados de calor fue el inventado por Wedgwood. Se basa en la contracción proporcional y relativa de la arcilla cuando se la expone a altas temperaturas (142-149).

/7/ 5) *Calor especifico y capacidad de cambios*. Si se calientan con la misma temperatura dos materias semejantes de igual masa, ambas tendrán la misma temperatura, que se puede observar, por ejemplo,

184

en el termómetro. Esto acontece porque es igual la capacidad de estas materias de absorber el calor; es decir, tiene el mismo *calor específico*. Esto significa que tienen la misma capacidad de absorber y retener un cierto *corpúsculo*.* Pero en diferentes materias de igual masa,

por ejemplo aceite y agua, acontece de manera diferente. Aunque tengan la *misma* temperatura [inicial] y si se calienten con la misma temperatura, no absorben el mismo grado de calor; en una es más alto, en la otra más bajo. Se descubre a la materia que posee mayor capacidad de absorción del calor porque manifiesta menor temperatura. Existen varias circunstancias por las que la capacidad de [absorción de] los cuerpos se modifica; disminuye o aumenta. Por ejemplo, al frotar un cuerpo, la capacidad de éste disminuye. Al combinar algunas sustancias, por ejemplo, cal quemada con agua, se produce la mencionada disminución de capacidad. El *aumento de capacidad*, por el contrario, es causado por una disminución de temperatura o frío. En consecuencia, las partículas de los cuerpos llegan al estado en que se unen más íntimamente al "corpúsculo caliente";* mientras que antes se mantenían libres o con capacidad para atraer a dichos corpúsculos. La desaparición del "corpúsculo caliente" tiene por consecuencia el enfriamiento [del cuerpo], y al tocar [este cuerpo] otros cuerpos, éstos le extraen fácilmente los "corpúsculos calientes", frecuentemente en gran cantidad. Sal de amoníaco y nieve, ácido nítrico humeante y hielo, etc., son ejemplos de aumento de capacidad de mezclas reactivas al frío, con las que se puede congelar agua en el verano o en un cuarto caliente. Con frío a 34 grados Reaumur bajo cero, el mercurio se solidifica y se deja así martillar. Diferentes cuerpos [funden] diversas cantidades de hielo. Así Lavoisier y La-Place determinaron el calor específico de los cuerpos. Usaron para esto el *calorimetro* o *medidor de calor*. Las sustancias densas en lo general tienen más calor específico que las porosas (150-153).

6) *Movimiento, emisión y refracción del "corpúsculo caliente"*: Aunque el "corpúsculo caliente" produce diferentes efectos térmicos, tiende a expanderse en todos los cuerpos para que alcancen la misma temperatura. Los cuerpos que dejan pasar o reflejan en gran parte la luz, como por ejemplo cuerpos blancos o de colores claros y cuerpos con superficies lisas, como vidrio, agua, etc., son *menos calentados* que otros cuerpos de colores oscuros y de superficies ásperas. Cuando una sustancia está mas caliente que en circunstancias normales emite más calor en el mismo tiempo. Si en un espacio ce-

* Explicación de la época. N. del T.

rrado estuviesen dos cuerpos homogéneos del mismo tamaño, que no se tocan, a diferentes temperaturas, cada uno de éstos emitirá "corpúsculos calientes" y absorberá parte de los que el otro emita. Ya que los más calientes emiten más que los fríos, aquellos pierden

más y ganan menos; por el contrario, éstos ganan más que los que pierden. Este proceso continua hasta que se igualen ambas temperaturas; en este proceso cada uno de ellos pierde "corpúsculos calientes" por emisión y los gana por !a absorción del calor emitido por el otro cuerpo.

Se designa capacidad de irradiar [la posibilidad que tiene] el corpúsculo de atravesar [otros cuerpos]; en el caso del agua [la irradiación] es de 100. Según los experimentos de Leslie sobre la capacidad de irradiación, el hollín alcanza también el 100, el papel para escribir 98, el vidrio 90, etc., el estaño, la plata, el cobre, el oro 12. El "corpúsculo caliente" es *refractado* por otros cuerpos según la ley que se cumple de igual manera en el caso del aire, la luz, y las partículas y sustancias elásticas en general, que cuando chocan con la superficie de otros cuerpos son rechazados con un ángulo de refracción igual al ángulo de incidencia. Por ésto, algunos cuerpos absorben los rayos caloríficos (serie de partículas de "corpúsculos calientes" emitidos en una misma dirección hacia un punto específico} produciéndose un calor intenso o de gran densidad, etc. Aquí la materia del cuerpo cumple una función primordial. Según Leslie la capacidad de refracción de calor del latón y cobre es de 109, de la plata 90, del acero 70, del vidrio l0, etc., (horno de refracción} (153-158}.

7} Buenos y malos conductores de calor. A las substancias que fácilmente extraen calor de otra, ya las que los "corpúsculos calientes" las atraviesan rápidamente y sin oposición, se las llaman *buenos conductores de calor*; las que no tienen esta cualidad son *malos* [conductores]. Entre los cuerpos sólidos los metales son los mejores conductores, excepto las piedras y el vidrio, menos aún los ladrillos, la porcelana y otros objetos arcillosos. Son *malos* conductores de calor la madera (entre ellas el peor es el corcho), la paja, el lienzo, el algodón, la seda, las plumas, la piel curtida, el papiro, la nieve, el carbón, la ceniza. Entre los metales siguen: la plata, el oro, el cobre, el estaño, el platino, el hierro, el acero, el plomo. Las piedras duras, especialmente las piedras preciosas, son mejores conductores de calor que las blandas y el vidrio. Las piedras quemadas (ladrillos, tejas} son peores conductores de calor que las piedras naturales. Entre los líquidos, el mercurio es el mejor conductor; también los aceites, los alcoholes y las aguas de sales son mejores conductores que el agua. El

pero conductor de calor es el aire sin movimiento. La poca conductibilidad de muchas de las substancias nombradas y de la que depende su capacidad de retener calor, proviene del aire que está encerrado en sus poros y que está adherido a sus partículas. Al contrario, la conductibilidad aumenta en todos los cuerpos en los que sus poros ab-

sorben agua, Los sopladores de vidrio pueden tomar un tubo de vidrio a poca distancia de su parte caliente al rojo vivo, sin tener la desagradable sensación que le produciría si fuera un tubo de metal, etc., etc. Si se recubren habitaciones con malos conductores de calor en los que el calor debe ser retenido, se ahorra combustible, y tiempo en algunas operaciones técnicas. Mortero termo aislante. Bañar en barro y polvo de carbón los hornos, etc. Justamente en ésto se basa la unción de los llamados hombres de fuego, que recubrían su piel con alumbre, agua y ácido sulfúrico, y se transformaban en tan malos conductores de calor, que el calor abrazador y el hierro en ignición, no les afectaba (159-162).

8) *La fundición*. Es la transformación del cuerpo sólido en líquido. Los cuerpos se funden poco a poco, en cuyo transcurso el cuerpo pasa por todos los posibles grados de ductibilidad, como por ejemplo la cera, el vidrio, la porcelana y otras sustancias que al solidificarse no se cristalizan. Esto acontece en un instante, por lo que el cuerpo que estaba sólido, al calentarlo, antes de que se lo perciba, se torna líquido, como es el caso de la mayoría de los metales y de todas las sustancias que se cristalizan. *Punto de fusión*. *Punto de congelación*. Algunos cuerpos se funden a bajas temperaturas; otros a más altas y otros sólo a temperaturas altísimas. Se diferencian los *cuerpos que se .funden* de los que *no se funden*; dicha diferencia tiene grados... sebo, cera, etc., son cuerpos que se funden y entre los metales el estaño, bismuto, plomo; al contrario el hierro, el oro, platino, etc., son poco fundibles. Algunos metales no se funden ni con el fuego de hornos, como por ejemplo, el platino, cuarzo, arena, grava, barro puro, etc. Estos necesitan para llegar al punto de fundición algunas adiciones o *agentes de fundición*. Al platino, por ejemplo, [se le agrega] óxido arsénico y tartrato de potasio; a la tierra silicea algunas sales como sal de cocina, sosa, potasa, etc., que se usan en la fabricación del vidrio; la tierra arcillosa necesita yeso o feldespato, con lo que se fabrica la porcelana, etc. Los metales, con excepción del platino, sólo se fundirían con fuegos de horno muy intensos, se facilita [agregando estos "agentes"] la fundición (en hornos, crisol, etc.), se ahorran combustibles y tiempo de fundición, y también se mantiene mejor la zona circundante, lo que facilita la estancia [del trabajador] en el lugar de fundición. El trabajo es menos arduo si se funden estos

metales con dichos "agentes de fundición", evitándose en los talleres de fundición, por ejemplo, los *excesos* de yeso, carbonato cálcico, espatoflúor, feldespato, etc., [que daña] a muchos trabajadores metalúrgicos; también ayuda al soldar [o al usar] diversas sales tales como borax, sal de amoníaco [etc.]. La mezcla de varios metales, especialmente cuando han sido sólidamente amalgamados por medio de gol-

pes, se funden mezclados antes que en el caso de estar cada metal separado. En esto se basa el procedimiento de la *soldadura rápida y la soldadura a presión* [usada en] las diferentes técnicas metalúrgicas. Por ejemplo, el fundidor y el hojalatero [usan] plomo y estaño; el platero plata y cobre; el orfebre oro y cobre, etc. Fundición por medio de un vidrio ustorio y espejo ustorio. [Fundición] por la explosión del soplete de Newman (soplete oxhídrico) (163-165).

9) *Los vapores y la evaporación*. Ciertas partículas que constituyen a los líquidos pueden descomponerse tan fácilmente o alcanzar tal dilatación por la presencia de los "corpúsculos calientes", que en forma invisible se volatilizan como líquido elástico, al que llamamos vapor. Si dichos vapores ascienden a las alturas, es porque son específicamente más livianos que el aire de la atmósfera. El vapor de agua es 1,470 veces más liviano que el agua, mientras que el aire de la atmósfera sólo es 800 veces más liviano que el agua. Un mismo grado de calor puede dilatar muy desigualmente a *diferentes* líquidos. De la misma manera, el grado de elasticidad que alcanzan [los vapores] al ser calentados puede ser muy diferente. Los vapores de éter poseen más elasticidad que los vapores de alcohol. Estos más que la del agua; estos últimos tienen igual elasticidad que los vapores de mercurio. En un líquido el grado de elasticidad se determina sólo por la temperatura. Por ésto los vapores con igual temperatura manifiestan siempre el mismo grado de elasticidad o fuerza de dilatación. Debido a la presión del aire de la atmósfera sobre el líquido, la evaporación es retenida, y los vapores producidos son mantenidos en los poros del líquido por un cierto tiempo, hasta que por recalentamiento se haya alcanzado la fuerza de dilatación necesaria para que pueden así superar el obstáculo indicado. Cocción, hervir. Cuando menos aire se encuentra presionando sobre un líquido que se trata de hervir, la ebullición se produce antes y con menor grado de calor [que en casos normales]. Por ésto los líquidos hierven antes y con menor grado de calor en las altas montañas que en los valles.
/8/ Estando en el mismo lugar, el punto de ebullición de todo líquido depende de la presión [indicada por] el barómetro. Un líquido, cuando el barómetro señala alta presión, necesita mayor temperatura para hervir; con baja presión necesita menor temperatura. [Todo esto se

188

usa para] destilar aguardiente, hervir azúcar, sal, etc. Se usan bombas de aire para disminuir la densidad del aire [que se encuentra] sobre un líquido que hierve. Marcando el barómetro una presión de 28 pulgadas, en el termómetro de Reaumur, el éter salino hierve a 10 grados, el éter nítrico a 16, el éter sulfúrico a 30, el alcohol a 64, el agua a 80, el ácido sulfúrico a 247, el aceite de linaza a 252 y el mercurio a 282. *La materia del recipiente* en donde se produce la ebulli-

ción [tiene importancia] por la diferencia de conducción del calor y por la capacidad que tiene de irradiación. Por ésto los recipientes metálicos para producir ebullición son preferidos a los de arcilla o de vidrio. Si se mezclan diferentes líquidos químicamente, como por ejemplo agua y alcohol, uno se evapora antes que el otro con un grado más bajo de calor; en el ejemplo dado, el alcohol antes que el agua. En esto se basa la *destilación*; a partir de la característica que poseen los vapores de formar gotas al desprenderse de sus "corpúsculos calientes", cuando se los transmiten a una sustancia más fría; como por ejemplo, en la destilación del aguardiente. Cuando una mezcla de alcohol y vapores de agua pierden "corpúsculos calientes", por medio de un proceso de refrigeración, los vapores más pesados forman primeramente gotas. Cuando una mezcla de agua con alcohol (líquido fermentado) es calentada hasta cierto grado, el alcohol, poro que es más liviano, es el primero que se transforma en vapor. La separación de ciertas sustancias volátiles [se produce] por medio de la destilación; tal es el caso del azufre y vitriolo, en la preparación de ácido nítrico, etc. Al mercurio se le extrae de esta manera sus menas o en fábricas de amalgama [se usa este procedimiento] al dorar, etc., al separar las amalgamas de metales o [cuando están mezcladas] con arcillas. Al quemar carbón y en la desulfuración de hulla se usan también ciertos tipos de destilación. Los recipientes para destilar deben estar enteramente cerrados, cuando se desea obtener vapores que se depositen en forma de gotas. Se mantienen abiertos, al contrario, cuando se concentran jugos en salinas o ingenios o se trata de expulsar los vapores (vapor de agua) al aire libre. Cuando el agua o todo otro líquido ha llegado al punto de ebullición en un *recipiente abierto*, el grado de calor permanece constante, aunque se aumente el fuego al máximo. Cuando se agrega alguna materia, ésta se volatiliza junto a los vapores. La evaporación se produce *más rápido* si se calienta el líquido con mayor intensidad. Si el recipiente está herméticamente cerrado, el calor asciende hasta el punto de ebullición específico [del líquido]. En el caso del agua no más de 80 grados Reaumur; en estas condiciones los vapores que se producen se concentran y comprimen por el calor del recipiente; es decir, se condensan. Dichos vapores calientes y muy condensados tienen un

189

alto grado de dilatación, elasticidad. Temblor. Volcanes. Máquinas de vapor. Barómetro de vapor. Vapores producidos a 80 grados Reaumur de temperatura, que es la temperatura normal de ebullición del agua, tienen la misma fuerza de presión que la atmósfera, ya que también elevan la columna de mercurio a 28 pulgadas, tal como lo hace la atmósfera. Con el aumento de calor, la presión de los vapores asciende rápidamente. De allí la expresión de "vapores de 2, 3, 4, 10", etc., atmósferas. Si se conocen las presiones del vapor de agua

en diferentes grados de temperatura, se puede determinar la fuerza de las calderas, tubos y otras partes de la máquina de vapor, sobre las cuales los vapores accionan, y [se pueden] controlar cuidadosamente para evitar que exploten... Máquina de vapor con *presión baja,* con *presión alta*. Se producen estas máquinas porque en algunos casos los vapores generan presiones de aproximadamente 1 a 2 atmósferas, en otros casos de 7, 10, y más atmósferas. Son dignos de atención los experimentos con vapores de agua caliente para *calentar* otras substancias, hervir, *secar*, etc. Así se aprovechan recientemente (también para ahorrar combustible) los vapores calientes de agua para calentar otros líquidos; por ejemplo, en cervecerías; para secar pólvora en las fábricas de pólvora; para lavar las pastas en los molinos papeleros; para producir la madera útil, sacando las partes ácidas resinosas de los poros de la madera (166-175).

10) *Enfriamiento por evaporación*. Los vapores se obtienen por calor y pierden su forma gaseosa en el momento que expelen el calor. Si el agua u otro líquido extrae en la evaporación, suficientes "corpúsculos calientes" de otro cuerpo cercano, éste pierde "corpúsculos calientes" en la misma proporción de no recibir un suplemento (de corpúsculos calientes]; en este caso dicho cuerpo se *enfría*. Es el caso, cuando se mojan las calles con agua en el verano, etc. La formación del granizo se explica como un proceso de evaporación. Un recipiente de estaño, abierto y lleno de agua, no se funde aunque esté expuesto a fuego intenso, porque los "corpúsculos calientes" que recibe el estaño del fuego no se elevan hasta alcanzar su grado de fundición, si es que se está usando [dicho recipiente] al mismo tiempo para evaporar agua (175-177).

11) *La evaporación en especial, principalmente por calor solar*. En el momento en que se producen los vapores y se encuentran en un alto grado de temperatura, no se los puede observar (con excepción de las jodinas violetas). Al enfriarse con el aire, y ceder "corpúsculos calientes" al aire, las partículas del líquido se concentran y se toman visibles, como se observa en los recipientes aptos para la ebullición;

190

[así acontece] en la formación de la *niebla* o de una *nube*, que ceden "corpúsculos calientes" a las *gotas* [de la lluvia]. Con el calor solar gran cantidad de agua, especialmente en verano, se transforma en vapor, que se dispersa en la atmósfera. Recipientes de agua, pantanos, etc., frecuentemente se *secan* completamente. Por ésto existen continuamente inmensas masas de agua en el aire. La disolución de los vapores de agua en la atmósfera es un caso de *evaporación*. *Niebla*. *Nube*. *Lluvia*. (177-179).

12) *El higrómetro*. Cuando los vapores de agua no se dispersan perfectamente en la atmósfera, humedecen a ciertos cuerpos sólidos, y a causa de esto las dimensiones y también el peso de los cuerpos se modifican. Mientras más húmedos se tornen, más pesan. Dichos cuerpos se llaman *sustancias higroscópicas*. Entre éstas se encuentran especialmente los papeles, cordeles, cuerdas de tripa, pelos, maderas, aletas de pescado, plantas secas y arcilla. Por ello se puede fabricar con estos higrómetros (higróscopos) medidores de humedad. Estos instrumentos miden en la atmósfera la mayor o menor *cantidad de humedad*, de manera aproximada. (180).

13) *Algunos fenómenos especiales de congelación*. Según la temperatura diferentes líquidos constituyen gotas, se congelan o solidifican. Si un líquido se congela lentamente, las partículas se cristalizan también con lentitud. Escarcha en los vidrios, etc. La *nieve* se produce en las burbujitas de agua que flotan en la atmósfera en el, momento en que se congelan, [posteriormente al] momento en que comenzaron a convertirse en gotas. El *hielo* siempre ocupa más espacio que el agua o que el líquido del que se ha formado. Las partículas de agua al congelarse constituyen grandes poros en donde permanece aire. El agua al congelarse ocupa mayor espacio; si encuentra alguna oposición en su expansión tiende a destruir dicho límite. Es el caso de barriles y botellas que, cuando se encuentran llenos, se rompen al congelarse el líquido que contienen. Con los bajos fríos de invierno se producen rajaduras en árboles y peñascos, frecuentemente acompañadas con fuertes estruendos. Tubos de hierro, llenos de agua y herméticamente cerrados en verano, como lo demuestra la experiencia de Huyghens, se rompen [en invierno] al congelarse el agua. En las fábricas químicas se congelan sedimentos térreos en estado húmedo, por ejemplo magnesio, para hacerlos más porosos, etc. Todo líquido se congela con mayor dificultad en un recipiente cerrado que en uno abierto, porque el calor es retenido por más tiempo [en el cerrado]. Un pequeño movimiento favorece mucho a la congelación porque así se expele más rápidamente una parte de los "corpúsculos calientes".

191

Cuanto más frío, más duro es el hielo. Si en el agua se encuentran diluidas sales, que hasta en los momentos más fríos del invierno no se congelan, se puede separar el líquido de las sales mediante congelación, ya que el líquido se extrae como hielo. Dicha operación permite la medición del agua salada. Si se congela agua salada de mar, se puede usar el hielo (compuesto sólo por agua dulce, porque el agua salada deja caer las partículas de sal al congelarse), después de descongelarlo, para beber; [se usa el procedimiento] para hacer cerveza, etc. De la misma manera se congelan vinos con *poca gradación*, aguardientes, vinagres, ácidos cítricos, etc., para, después de haberles qui-

tado el hielo, concentrar los ácidos en aquellos líquidos. (182-184).

/9/ VIII. *LA LUZ.*

1) *Observaciones generales sobre la luz*. Cuerpos autoluminosos y luminosos. Sol. Estrellas fijas, llama de los cuerpos ardientes, cuerpos incandescentes, luz eléctrica, fósforo o cuerpos fosforescentes, etc. Algunos de los cuerpos mencionados sólo iluminan en la noche, como el fósforo, la madera podrida, etc., porque su luz es tan débil, que es vencida por la luz de los cuerpos más luminosos, por la luz del día, y en la noche [por la] de los gases, y se pierde difusamente en la masa de la luz más fuerte. También hay cuerpos que tienen la característica de retener luz por largo o corto tiempo, iluminando así en la oscuridad. Fenómenos fluorescentes.* El diamante, la piedra bonónica (un espato pesado), el fósforo balduínico, concha de ostras fluorescentes, sulfuro de cal, nieve, espatoflúor, etc. La luz de los cuerpos oscuros u originalmente no luminosos que es reflejada (como la luz de la luna, de una pared, etc.) se llama luz *retractada* o *reflejada*. Los cuerpos *invisibles* o *transparentes* no reflejan la luz, sino que dejan que los atraviese en mayor o menor medida, por ejemplo el aire, el agua, el vidrio, etc. Mientras más luz deja pasar un cuerpo, es más invisible. El aire es la substancia *más invisible*. Frecuentemente los cuerpos más resistentes tienen estas características [de invisibilidad], como [en el caso del] diamante, cristal de roca, que son invisibles en muy alto grado. Las partículas de muy pequeño tamaño de casi todas las sustancias son invisibles, como por ejemplo las laminillas de oro, las virutas, etc. Algunos cuerpos, que independientemente tienen características de invisibilidad, la pierden cuando se mezclan con otros cuerpos. Por ejemplo el agua salada mezclada con aceite; el aire con la espuma, etc. Otros cuerpos, por el contrario, al unirse con otro cuerpo se tornan invisibles; por ejemplo, el papel

*_Lichtsauger_, _Lichtträger_, _Lichtmagnete_. N. del T.

192

empapado en aceite. Además existen *cuerpos negros*; dichos cuerpos opacos sólo rechazan parte o nada de luz y no son invisibles. Pareciera que absorben o se quedan con la luz brillante y la aniquilan de algún modo. No existen cuerpos totalmente opacos. Los colores de la luz influyen mucho en el teñido de los objetos. La luz también puede tener efectos destructivos (blanqueo o desteñido de algunos colores).

2) *Sutileza, intensidad y velocidad de la luz*. Una partícula de aire tiene supuestamente mil billones de veces más tamaño que una par-

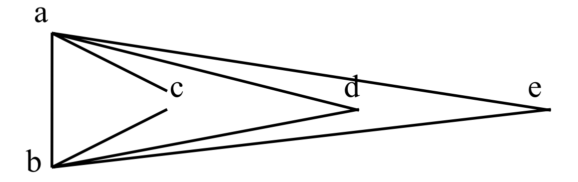
tícula de luz. Una serie de partículas de luz constituye un *rayo de luz*. La propagación de las partículas de luz se realiza en línea recta. Los rayos móviles de un cuerpo o punto luminoso se expanden de igual manera que los rayos sonoros, y por esto, y por la formación en la superficie [de los cuerpos] de conos o pirámides luminosas, se deduce que la intensidad de la luz decrece en proporción al cuadrado de la distancia. A doble distancia de un cuerpo luminoso, la intensidad es 4 veces más débil; a triple distancia, 9 veces, etc. El sol está a 20 millones de millas de distancia. La luz solar necesita para llegar a la tierra de 7 a 8 minutos. La velocidad que posee la luz con respecto a toda distancia se puede considerar como absoluta, instantánea. En esto se basa el principio del *telégrafo*.

3) *Impresión de luz y sombras*. La impresión de la luz en el ojo. Así se forma un círculo luminoso por medio de un carbón encendido que es movido rápidamente en forma circular, aunque en realidad dicho carbón siempre se encuentra sólo en un lugar del espacio... Si la luz se enfrenta a un cuerpo opaco y visible, continúa su trayecto según los límites de la figura del cuerpo en línea recta, y forma detrás del cuerpo una *sombra*; esto significa, un espacio que no ha sido iluminado. Sombra propia o sombra proyectada; penumbra. Las sombras de los cuerpos permiten el funcionamiento del llamado *fotómetro* (medidor de luz), que sirve por ejemplo para medir la [diferente] intensidad de la luz en dos lámparas.

4) *Aparente extensión de los objetos y falsa apreciación de los mismos.*

Si se toma un objeto *ab*, y el ojo *c* considera su altura, su longitud y su ancho, siguiendo dos líneas rectas, *ac* y *bc*, que se trazan desde el ojo hasta los dos extremos del objeto, estas líneas rectas forman en el ojo *c* un ángulo llamado *ángulo visual* o de la *extensión aparente* del objeto. Cuando menor sea un objeto, a la misma distancia del

193



ojo, menor es también el ángulo visual; y mientras más se aleje el ojo de un objeto, menor será también este ángulo. Por último, desa-

parecen los objetos de la visión, cuando el ángulo visual es tan pequeño, que el lado *ae* y *be* estén uno junto al otro en el vértice.*

Según los experimentos de Tobias Mayer, no vemos un objeto cuando el ángulo visual solamente tiene 40 segundos. Otros físicos establecen esta medida en 30 segundos. En largas calles las fachadas de las casas parecen unirse, porque el ancho de las mismas impresionan alojo por la distancia en un ángulo visual cada vez menor. La característica principal del ojo humano es que por práctica, por experiencia de impresiones obtenidas en sensaciones anteriores, por comparación de los cambios de luz y sombra, etc., se aprende a apreciar correctamente la configuración, altura y distancia de los objetos... Ilusión óptica.

5) *Refracción de la luz y experiencias con espejos*. La refracción de la partículas luminosas y de los rayos de luz cumple las mismas leyes que las de los corpúsculos calientes y cuerpos elásticos en general. El ángulo de refracción o ángulo de rechazo es siempre igual al ángulo de incidencia. Existen experiencias de refracción de rayos luminosos (*catóptrica*), especialmente importante en el caso de los espejos. cualquier cuerpo opaco y visible que tenga una superficie suficientemente lisa y brillante se comporta como un espejo. Este refracta los rayos de luz captados en el mismo orden; [por el contrario] en superficies ásperas, cuyas partículas están en desorden y tienen diversas alturas, los rayos son reflejados en diferentes direcciones. Si la superficie brillante ha sido *aplanada*. se dice que es un *espejo aplanado* o *espejo plano*. Si un espejo tiene con respecto a la línea del horizonte o al suelo una inclinación de 45 grados, la imagen de un objeto vertical se reflejará horizontal, la horizontal, vertical. Si el espejo estuviera en posición horizontal, todas las imágenes de los objetos delante del mismo se reflejarían en posición invertida. El ojo

**ab* = aproxima a cero. N. del T.

percibe una imagen cuando líneas rectas imaginarias que parten de los ojos incluyen los límites extremos de la figura que se refleja en la superficie del espejo. Si dos espejos están colocados uno frente al otro, con cualquier ángulo, y se percibe un objeto que está entre los dos espejos, se perciben más imágenes en cuanto menor sea el ángulo que forman los dos espejos. Por ejemplo, 5 imágenes si el ángulo es de 60 grados; 9 si tiene 36 grados. Si se dividen los 360 grados del círculo por la cantidad de grados del ángulo y se resta 1 del cociente, se obtiene el número de imágenes. Lógicamente depende este número de imágenes de los múltiples reflejos de la luz. Toda imagen refleja siempre otra imagen, pero ésta última es cada vez menos clara que la

primera. Caleidoscopio. Caja catóptrica. Cuarto con vidrios. Según la posición del espejo se pueden captar los rayos emitidos por objetos en ésta o aquella dirección. Telescopio catóptrico de Newton o Herschel. Los espejos de metal son más perfectos que los espejos de vidrio, porque en ellos la superficie de reflexión es la misma superficie que refleja, por lo que en este caso no existe doble o múltiple reflejo, etc. Entre los *espejos curvos* cuyas superficies no son planas, los *espejos cóncavos* son los más exactos. En ellos la superficie reflectora es curva o cóncava, y esta curvatura es frecuentemente parte de la superficie de una esfera. Espejos cóncavos esféricos o espejos esféricos curvos; foco, distancia focal, espejo ustorio. Rayos divergentes y convergentes. Fotografía aérea. Aplicación del espejo cóncavo en las apariciones de espectros. Los espejos cóncavos parabólicos son más perfectos que los esféricos. Espejos convexos. Espejos planos que muestran la imagen de objetos en su tamaño natural; los espejos cóncavos la aumentan; los espejos convexos la reducen; los espejos combinados la distorsionan. Espejos cilíndricos y cónicos. El espejo cilíndrico permite observar imágenes distorsionadas horizontalmente. Lo mismo acontece en el caso de dibujos o gráficas representados a partir de espejos cónicos.

6) *Reflejo de rayos de luz y teoría de los lentes de vidrio*. Telesco- /10/
pios. Instrumentos ópticos.

7) *Los colores*.

8) *Polaridad y difracción de la luz*.

9) *El ojo y la visión de los ojos*.

10) *Microscopios y telescopios y otros instrumentos ópticos*. Telescopio acromado de Dolland.

195
IX. La combustión de los cuerpos.

1) *Combustión, fuego, oxígeno y oxigeno gaseoso*. Cuando más libre y puro sea el aire de la atmósfera usado por el cuerpo comburente, mejor será la combustión.

2) *El modo más perfecto de la combustión*. Se trata de producir combustión al *quemar carbón* y al *quemar hollín de tea*. Horno. Hornos fumívoros.

3) *Gas hidrógeno o aire comburente*. Iluminación de casas y calles. Gas de petróleo.

4) *Sustancias explosivas*.

5) *Grados de temperatura para producir llamas y medios para extinguir el fuego.*

X. La electricidad.

1) *Electricidad y fenómenos eléctricos en general.*

2) *Máquina electrostática, conductores y no conductores de electricidad.*

XI. Teoría galvánica y la electroquímica.

XII. *El magnetismo*. *Boussole*,* *Brújula de inclinación*.

---

*Instrumento sin traducción posible en castellano. N. del T.

196
IV

POPPE (J. H. M.), MANUAL DE TECNOLOGÍA GENERAL, FRANKFURT A/1/ M, /1/ 1809.

En todas las artesanías, artes y manufacturas, los principales procesos de trabajo están encaminados a:

1) La fragmentación de las sustancias naturales o su separación en elementos de igual y de distinta naturaleza.

2) Disminuir la cohesión interna de las partículas de materia o su cohesión con otras partículas de materia.

3) Juntar los elementos separados, de igual o distinta naturaleza.

4) Unir los elementos de materia, para conferir mayor consistencia a las sustancias y reforzar las sustancias ya consistentes.

5) Dar a las sustancias una figura, forma o configuración propia.
A estos procesos hay que agregar todavía algunos *procesos* y *técnicas auxiliares* (8, 9).

I. FRAGMENTACIÓN DE LAS SUSTANCIAS NATURALES O SU SEPARACIÓN EN ELEMENTOS DE IGUAL O DE DISTINTA NATURALEZA.

a) *Sobre la acción de desgajar y desgarrar*. Tratándose de madera y de otras sustancias vegetales, se las desgaja o desgarra cuando se dividen los cuerpos longitudinalmente o en la dirección de sus fibras. Tratándose de piedras constituidas por lajas, consiste en la extracción de lajas largas y delgadas (p. ej.: pizarra). Si se parte en dirección opuesta [de la fibra], tanto en el caso de la madera como de la piedra, se denomina *quebrar*.

b) *Sobre la acción de cortar*. [Se usan] cuchillos e instrumentos afilados. Muchos cuchillos o instrumentos cortantes son puestos en movimiento gracias a dispositivos mecánicos para cortar cuerpos con mayor rapidez. Los plomeros, artesanos del cuero, floristas, etc., golpean con martillo sobre simples *punzas* o *estampas* para dar forma

a hojalatas, papeles, etc. Los obreros metalúrgicos cincelan las chapas golpeando con un martillo sobre un *cincel*. El estaño se moldea en finas virutas con *cuchillas de torno*. [Se usan] tijeras, desde algunas muy pequeñas, las tijeras de las costureras, hasta las más grandes para podar o cortar metal. [Se utilizan] *serruchos*. Las *limas* también son usadas para desgarrar los numerosos cuerpos. *Piedras duras* y *cortantes* como el *pedernal* y el *diamante*, etc., son usadas para cortar vidrios o cristales. Con un *alambre de latón* se cortan cuerpos blandos como jabón, manteca, barro, etc.

c) *Sobre la pulverización*. Se usa *mortero con una masa* (masa de mortero). Mortero de vidrio, de piedra, de metal. [Es necesaria] *una piedra fija y otra móvil*; *ésta rota sobre la primera*. Por ejemplo,

al moler con las manos ciertas sustancias para fabricar colores. Es necesario un sistema de ruedas y otras instalaciones mecánicas. Hay que agregar a esta lista los molinos de grano y otros tales como los molinos para moler polvos, yeso, cal, etc. [Se usan] *muelas de molinos que giran sobre su perímetro cilíndrico*. *Conos de acero con incisiones* que giran dentro de otro cono de acero (los molinos de café por ejemplo). Raspadoras de hierro, *Rapen**, escofinas y otros instrumentos con forma de serruchos. Limas.

d) *Sobre la acción de golpear y aplastar.* Al golpear siempre se aplasta, pero se puede aplastar sin golpear. Medios: *manos y pies* (para exprimir limones, machacar uvas, bayas, etc.). *Martillos*. Trituradora de martillos. *Masas* y *apisonadoras*. Aplanadora metálica. *Un par de palancas dobles* que están unidas entre sí como una tijera (el cascanueces, por ejemplo). Se necesita un torniquete o un cierto tipo de prensa para aplastar algunas sustancias resistentes.

e) *Sobre la acción de desgranar o exprimir*. *Mazo* (batidor agrícola para separar la cáscara de la semilla del trigo). Así se azulea, se quiebra o se aplasta el lino tostado y disecado para separar la fibra de la corteza, y para que caiga dicha corteza en pequeños trozos al suelo. Así se limpia el algodón antes de hilarlo para eliminar semillas y todo tipo de impurezas. De la misma forma se fabrica la manteca, batiendo continuamente la crema con una tabla para separar la manteca del suero y de la caseína que éste contiene. *Apisonadoras*. Aplanadoras. *Prensas* (prensas de palanca, de cuña y prensas de tornillos). *Pisado con los pies*. (Así trata el peletero en el proceso del curtido a la

*Sin traducción. N. del T.

piel después de haber esparcido sobre ella arena o yeso caliente, V se la coloca nuevamente en el "palo de pedal"* con paja cortada o afrecho para limpiarla de las grasas). El *torcer* con un guinche las sustancias lavadas.

f) *Sobre el apartado y la separación por mediación de un movimiento*. La acción de estirar y arrancar con las manos. Arrancar con tenazas; con herramientas raspadoras, con varillas o barras elásticas puestas en movimiento; con peines y ganchos o mecanismos basados en el principio del peine con los que se roza o estira a los cuerpos (*Rastrilladoras de lino* para separar la hilaza de la semilla. *Máquina de peinar lino* para separar las fibras cortas de las fibras largas, y para dividir las fibras del lino. *Rascar*, *cardar y cepi-*

llar: se aplican a la lana o al algodón, a la seda de algodón, a los pelos; separar los hilos y disponerlos en hileras). *Devanadera* y *aspa* (devanadera de seda, que permite deshilachar los capullos). La simple caída y sacudida provocan la separación de algunas sustancias (coladores p. ej.). Por *aparatos de viento*. Por ej., molinos para cebada, donde hélices (o ruedas de aspas) puestas en movimiento por el mecanismo moltulador, engendran una corriente de aire que separa la harina de los residuos de cebada.

g) *Sobre la división de partículas sólidas y la separación de líquidos por medio de una corriente de agua*. *La decantación*. (Aplícase a partículas finas, fragmentadas o molidas, cuando se quieren obtener las más finas y suaves al tacto, como en el caso de la arena, arcilla, etc., en ladrillerías, alfarerías, manufacturas de pipas, etc. Se deja correr agua por declive sobre dichas partículas a través de tubos y ranuras. El agua arrastra dichas partículas y las deposita en recipientes dispuestos en serie. En estos recipientes se precipitan las partículas según su peso, por lo que en los primeros recipientes se encuentran las partículas de mayor tamaño y más pesadas, y en los últimos las más finas y pequeñas). *Acción de filtrar o colar*. *Clarificar y colar*. Granear o granular (es la separación de un metal líquido por granulación, por precipitación o vibración en agua, o por un movimiento vibratorio sin agua, granulado en seco. Granulado en agua).

h) *Sobre la separación de una sustancia por medio de su disolución en un líquido*. Cuando las partículas de una sustancia tienen mayor afinidad con las partículas de un líquido que consigo mismas, estas partículas se reúnen con las del líquido. En este caso se diluyen o

*Instrumento de la época (*Tretstöcke*). N. del T.

disuelven. Por otra parte, es posible volver a separar del líquido la sustancia disuelta en éste, gracias a otra sustancia apropiada que tenga mayor afinidad con la sustancia disuelta o con el líquido disolvente que los dos primeros entre sí; la sustancia que se sedimenta en el líquido, se llama precipitado. El lavado sin jabón. El lavado del pan de azúcar. La extracción de colorantes o pigmentos de madera y hierbas tintóreas, etc. La extracción de fécula a partir de plantas y frutas molidas y sometidas a la acción del agua. (Así se obtiene el almidón de los cereales). La extracción con agua caliente de las sustancias nutritivas y alcohólicas de los cereales y de otros frutos harináceos para obtener cerveza, aguardiente, vinagre, etc. La lixiviación. La disolución en agua de las sales, el hule, la cal quemada, etc. La disolución de resinas en aguardiente y aceites. La disolu-

ción de los metales en ácidos. La disolución de los metales en mercurio. (La mayoría de los metales se disuelven en mercurio sin ayuda de fuego, y forman así amalgama o pasta de mercurio. Por evaporación se puede separar el mercurio de los metales con los que se amalgama. Lo que se intenta con la separación del mercurio de otros metales, tales como el oro y la plata, es decantarlos [a estos últimos] de las impurezas que contienen, para que así se los obtenga en proporciones más puras, y utilizarlos [posteriormente] para dorar, etc.).

/2/ i) *Sobre la separación de una sustancia de otra gracias a su afinidad con una tercera*. [Es el caso del] jabón al lavar objetos. Para quitar grasa, herrumbre, tinta, etc., se unta [el cuerpo engrasado] con otra sustancia, como por ejemplo jabón, sales alcalinas, trementina, etc. [Es el caso al] *abatanar paños y telas de algodón*, que son limpiados de las grasas y la cola por medio de agua caliente, orina, movimiento [de frotación] y *tierra de batán*. Para *curtir cuero* se quita la grasa excesiva de las pieles por medio de sustancias disolventes obtenidas a partir de agua de cal, de corteza [de encina], etc. En la *purificación del aceite* se necesitan ácido sulfúrico, ácido nítrico, etc. En las *minas de oro y de plata* se separan el oro y la plata de los demás metales, que contienen, agregándoles otras sustancias metálicas. Así, por ejemplo, el plomo fundido tiene la propiedad de convertir todas las impurezas de la plata en una amalgama para volatilizarse luego en forma gaseosa. Para apartar las impurezas del oro no sólo se usa el plomo, sino también una cierta cantidad de plata. El metal puro, después de haber sido fundido, laminado y haberse sumergido en agua "fuerte"* hirviendo, se calienta por último al rojo vivo en un crisol. Así se obtiene el oro puro exento de todo tipo de impurezas.

*Expresión de la época. N. del T.

200

En las *fábricas de vidrio* se eliminan los pigmentos colorantes presentes en la masa de vidrio, por medio de *arsénico* y *peróxido de permanganeso*, y se obtiene de esta manera el vidrio muy blanco. Es de notar la *separación de los metales por oxidación*. Oro, plata y platino no se oxidan, aún en el caso de que se combinen; pero sí se oxida el plomo o el plomo con el cobre. En *fábricas de aceites* se purifica el aceite de ballena (extraído de la cabeza del cachalote) con una solución cáustica y ceniza, para fabricar después velas, etc. Para la *manufactura de telas* es de importancia la eliminación de partes tintóreas con *azufre* (por ejemplo lana, seda y plumas) y el *blanqueo*; blanqueo al aire libre y al sol y blanqueo acelerado por vapores de agua caliente y cloruro de sodio.

k) *Sobre la separación por calor*.

1) Se le llama *evaporación* a la extracción de una sustancia del agua o de otro líquido con la que está mezclada. En segundo lugar se encuentra la acción del *fermentar* o *la fermentación*. Telas y papeles son secados con calor natural. Los ladrillos y objetos de barro (fayance, loza, etc.) se secan después de haber recibido su forma definitiva. Secado de azúcar y cloruro de sodio. Los pintores y barnizadores secan sus óleos con blancos de plomo. En salinas el grado de salinidad del agua se gradúa por evaporación, usando el calor natural del aire. En las plantas de producción de la sal común, del salitre, del alumbre, del vitriolo, del amoníaco y de otras fábricas análogas, donde la evaporación (o cocción) se efectúa en tinaco o en ollas abiertas, es muy importante que los recipientes y hornos tengan una forma apropiada. *Destilar*. Objetivo: Separar en forma de vapor los elementos volátiles de un cuerpo compuesto de sus demás elementos menos volátiles y condensarlos nuevamente en forma de gotas, para recogerlas en recipientes para repetir posteriormente la misma operación. Muchas veces se destilan líquidos para obtener aguardiente, alcohol, nafteno, licores, aceites, alquitrán, amoniacos, sal de amoniaco y diferentes ácidos. Por medio de la destilación se obtiene también el mercurio. En la sublimación los elementos volátiles deseados se conservan como sólidos, no como líquidos. La *fermentación* de líquidos de origen vegetal genera la separación de los componentes de los cuerpos fermentados por medio del calor, y por esto se modifica la proporción de los elementos que componen las sustancias fermentadas. El oxígeno se une con el carbono y se volatiliza bajo la forma de ácido carbónico gaseoso; el hidrógeno, parte del carbono y agua componen el núcleo central del preparado. Los vinos espumosos se obtienen impidiendo

201

la formación del ácido carbónico. La fermentación se estimula muchas veces con *fermentos* (agente de fermentación propio). Fermentación de vino. Fermentación ácida. Fermentación por putrefacción. Las impresoras de lienzos y de tintorerías de seda fermentan el jugo de limón para depositarlo en una solución de alcalis con el rojo de azafrán, que resalta los colores rosados, los que después son utilizados para curtir pieles y en la *producción de papel*. La celulosa, antes de ser pulverizada, se descompone por medio de fermentación para obtenerse de esta manera un papel más suave y blanco. La fermentación con celulosas nuevas y de alta calidad es más difícil. La evaporación del mercurio de los metales diluidos en éste se logra con ayuda de fuego vivo. *La herrumbre de las menas*.

1) *Sobre la separación de una sustancia de otra por medio de con-*

gelación. La sal disuelta en agua (por ejemplo, salobre y agua de mar) al transformarse en hielo se desprende de la sal. (12 - 85).

II. TRABAJOS PARA REDUCIR LA CONEXIÓN DE LAS PARTÍCULAS ENTRE SÍ O CON OTRAS SUSTANCIAS.

a) Disminución de la conexión por medio de calor. Calcinación. Fundición de cuerpos sólidos. Oxidar o calcificar los metales. (Cales metálicas de mucha importancia, principalmente en las tintorerías). Hierro, arsénico, peróxido de permanganeso y cobre se oxidan al aire libre. La oxidación del plomo, estaño, mercurio, cobalto, arsénico, etc. se acelera aumentando la temperatura (recocido). La oxidación de la plata requiere de la ayuda de *un* ácido, la del oro dos (ácido nítrico y ácido clorhídrico). Con aire y calor, o sólo con calor, se reduce a veces la conexión de las partículas de las sustancias de tal manera que se dejan desplazar fácilmente unas con respecto a otras. Al quemar la madera se obtiene carbón.

b) *Disminución de la conexión por presencia del agua.*

c) *Disminución de la conexión por medio de instrumentos*. Por ejemplo al zurrar, cardar, abatanar y alisar el cuero.

d) *Evitar que unas substancias se unan a otros cuerpos*. Por ejemplo, en las fábricas de cerámica la vajilla todavía ardiente (que está en cápsulas) es salpicada con arena para evitar que se derrita (86-105).

III. SOBRE LA UNIÓN DE SUSTANCIAS ANTES SEPARADAS, SEA POR PARTES IGUALES O DESIGUALES DEL CUERPO.

a) *Sobre el entrelazado y el anudado. Sólo con la mano* (por ejemplo al entretejer canastos, sombreros de paja, cintas de pelos, etc.; encaje de puntillas, hilados de redes, hilados de calcetines), con *instrumentos* y *máquinas*. Fieltrar. Hilar. Máquina hiladora. Trenzado de tabaco. Entrelazado de sogas y cuerdas de tripa con rueda. Máquinas para hacer calcetines, telar. Molino de cintas.

b) *Sobre el mezclado.* Con manos y pies. Amasado de pan. El alfarero pisa y abatana al barro. También se trata del molido de pinturas con aceite y del mezclado de colores. Se usan *apisonadoras* en los molinos de este tipo, por ejemplo, se las instala en los molinos de pólvora. En las fábricas de porcelana, la masa de porcelana de cuarzo, arena, yeso y barro es adecuadamente mezclada. Gracias a *barras batidoras*, que están situadas en un eje, son amasados el barro y el mortero.

c) *Sobre la fundición de los metales y su unión con otras sustancias.* Aquí se trata de diferentes disociaciones. Aleaciones efectuadas por trabajadores metalúrgicos, por artesanos especializados en el trabajo del oro y la plata, fundidores de campanas, bronceadores, etc. El cobre mezclado con estaño forma bronce. De la aleación de plomo y estibio se obtiene la letra de molde. El hierro mezclado con carbono forma el acero.

d) *Sobre la unión de aceites o grasas y resinas con otras sustancias*. Al unir aceites y sustancias se obtiene el jabón. Al disolver resinas, como copal, en aceite de trementina o en alcohol se obtiene el barniz de aceite. El color para letras de molde se obtiene con aceite de linaza mezclado con hollín y carbón, o, mejor aún, con aceite de nueces; esta mezcla se hierve en una caldera hermética. La unión de alcohol con resinas forma alcohol para barnizado.

e) *Unión de sustancias previamente separadas por medio de alguna fuerza de adhesión*. [Este tipo de unión se realiza] por medio de *presión* y *calor*; o también sólo por *calor*. (Se unen dos sustancias por soldadura o adhiriendo un metal a un hierro candente; o estampando el oro directo sobre cuero, papel, etc.; o por medio de un sello o letras de imprenta caliente; o láminas de cobre a la plata, etc.). /3/
Acción de encolar (trabajadores de madera, encuadernadores, etc.). Se unen piedras entre sí por medio de un mortero de arena fina y gruesa. Mezclados el estaño y el mercurio se unen cuando son vertidos [en un recipiente] y una lámina de vidrio los presiona con fuerza. Foliar o revestir vidrio. Por medio de *soldaduras* se unen metales entre sí, mejor aún con ayuda del soplete rápido; muchas veces tam-

203

bién se usa un soldador. También el *estañar* hierro y cobre pertenece a la mencionada actividad. Barnizar, lacar artículos laminados, esmaltar artículos de cobre y hierro, dorar y platear, etc., son tipos de unión. Es importante que en el estampado y la tintura de tela, ésta se conserva íntegra en todas sus partes. Esto se logra gracias a sustancias que sirven para dar mayor consistencia a la tela, ya que tienen una gran capacidad de adhesión al tejido que será posteriormente teñido con pigmentos colorantes. La mejor de estas substancias para acondicionar el tejido es el *alumbre*. El algodón y la lana son mucho más difíciles de teñir que el hilo trenzado. Se fabrican velas y se jalan las mechas a través de una masa de cera líquida. El confitero cubre las almendras y otras frutas con azúcar gracias a una caldera giratoria.

f) *De la unión de cuerpos separados por medios mecánicos*. Ligaduras de cordones y alambres; por medio de clavos, ganchos y garfios. Con pasadores. Con corredores. Con los llamados cierres de bayoneta

se unen pedazos de tubos. Con tuercas. Con fuertes anillos de acero se forman cilindros y unen de esta manera Caños. (106-127).

IV. SOBRE LOS MEDIOS PARA DOSAR CIERTAS SUSTANCIAS Y CONSOLIDAR A LOS SÓLIDOS.

a) *Concentración por golpeo y apisonamiento*. Se golpea el latón con martillos sobre un yunque recubierto con telas en el proceso de fabricación del batán; en la encuadernación con pliego impreso se golpea el cuero. Al apisonar los cuerpos se vuelven más densos.

b) *Concentración por compresión*. Tuercas. Palancas. (por aplanado y laminado se aumenta la solidez de los metales).

c) *Concentración de cuerpos por acercamiento de sus partes, con uso parcial de medios mecánicos*. Con calor y humedad se *kareyt** a los paños; se deja que se contraigan los hilos y se fieltren en cierta manera. Al ahumar el cuero su durabilidad crece. Con el tanino se encogen los cueros al curtirlos y se tornan más resistentes, etc. Por la *cristalización* los componentes de algunos cuerpos se concentran más establemente. Esta estabilidad puede estimularse por medio de diferentes métodos... Al cocer se obtienen ladrillos y artículos de barro que son consistentes y adquieren gran resistencia. Al mezclar algunos metales se vuelven más densos. Por la refrigeración los componentes de los cuerpos se contraen, por lo que el cuerpo se concen-

*Sin traducción N. del T.

tra. Al destilar se licúan los vapores por refrigeración, y así se concentran en gotas.

d) *Concentración de una sustancia llenando sus poros y vacíos.* Al alisar o impermeabilizar ciertos cuerpos. Por ejemplo papel, cuero, etc. (125-137).

V. MEDIOS PARA DAR FIGURA, FORMA O CONFIGURACIÓN A CIERTAS SUSTANCIAS.

a) *Configuración de los cuerpos por medio de instrumentos cortantes y por sustancias corrosivas*. Cuchillo y cincel. Cincel y hierro rotatorio. Hachas, hachas de una mano. Cincel y martillo. Procedimiento por corrosión en el grabado en cobre por medio de ácido nítrico y en vidrio por ácido fluorhídrico.

b) *Sobre la expansión de la materia por medio de golpeo, presión y estirado*. Martillar. Aplanar. Traccionando con fuerza a distancia un cuerpo sólido: al estirar el alambre, por ejemplo. Cuerpos viscosos, como vidrio líquido, son estirados simplemente a mano, etc.

c) *Sobre la configuración de la superficie de ciertos cuerpos por presión y por medio de golpes*. Se usan moldes sobre los que se ejerce presión [sobre otro cuerpo], con golpes de la mano, o con martillo, o con una prensa de tornillo. En los sellos y troqueles duros y de acero el golpe de un martillo o la presión de una prensa producen el efecto adecuado. También las aplanadoras son usadas para imprimir.

d) *Flexión de un cuerpo con presión y golpeo.* Por ejemplo el torcer el alambre y la hojalata en diferentes formas por medio de tenazas, etc.

e) *Sobre la configuración por medio de fricción, afilado o limado*.

f) *Sobre el perforar o ahuecar a los cuerpos*. Taladro. Taladro de vaivén. Máquina de broca de cañones. Leznas de los trabajadores de hojalata, confeccionador de correas, sillero, zapatero, etc. Los cuerpos blandos se perforan con alambre.

g) *Los líquidos y cuerpos ablandados adquieren las formas del recipiente en donde se introducen*. Todos los cuerpos líquidos adquieren la forma del recipiente en el que son colocados. Si los líquidos se solidifican en los recipientes, conservan la figura de los mismos.

205

h) *Sobre la configuración por la cristalización.*

i) *Sobre el pulimento de algunos cuerpos*. Con el pulido, los cuerpos adquieren un aspecto más agradable. [Es necesario el pulido en] los movimientos de ciertos cuerpos cuando se mueven en contacto, como con [el caso de las partes del] reloj y algunos componentes de máquinas; de esta manera se preservan de deterioros. Otras veces, con diferentes tipos de líquidos, se evita que el polvo y la suciedad se acumulen con facilidad; de esta manera se impide la presencia de animales e insectos, si es que no tienen patas pegadizas; [por el pulido ciertos objetos se] transforman en espejos, etc. (138-170).

VI. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS AUXILIARES DE OTROS TRABAJOS.

a) *De los medios para transmitir el movimiento*. Las ruedas con cuerdas y poleas están unidas entre sí, por lo que si la primera rueda

entra en movimiento, también lo hace la segunda. *Las ruedas dentadas y engranajes se conectan entre sí*. Un cigüeñal al que se lo hace girar mueve a numerosas barras hacia arriba y abajo, a un lado y a otro, transmitiendo el movimiento a otras partes de la máquina, en aserraderos, etc.

b) *De los medios para regular el ritmo de movimientos o para regular la velocidad de dichos movimientos.*

c) *De los medios para sostener un objeto.*

d) *De las técnicas para aumentar el tamaño.* (Entre los chinos existían fórmulas y conocían este arte por medio de recetas útiles para la agricultura).

V.

DR. ANDREW URE. DICCIONARIO TÉCNICO, REELABORADO [EN ALEMÁN] POR K. KARMARSCH Y DR. F. HEEREN, PRAGA, 1843 - 1844, (3 TOMOS).

/37/

PRIMER TOMO.

Evaporación.

Para convertir cualquier cantidad de agua hirviendo en vapor se necesita 5½ veces más de calor que si se quiere calentar una misma cantidad de agua helada hasta su punto de ebullición (3).

Hilandería de algodón. Las fibras de algodón de diversos tipos son de diferente longitud, ancho, elasticidad y resistencia; por ésto tienen diferente valor en la hilandería, como lo demuestran sus precios... Las

balas de algodón americanas pesan aproximadamente 340 libras... El algodón que llega a la hilandería tiene que ser esparcido y lavado. Al principio, se hizo este trabajo con la llamada *Willow*, después con el batidor. Se necesitan dos batidores. El segundo se llama generalmente *máquina de algodón o de despliegue*… El trabajo que le sigue es el de cardar. Si se quería que las fibras de algodón estuvieran más separadas, más extendidas, eran puestas en el batidor y en la máquina de algodón. En las hilanderías en las que se confeccionaban hilos finos, la lana tenía que ser cardada dos veces; primero con la *cardadora previa* y después con la *cardadora fina*. Las cintas fabricadas por la cardadora eran muy finas y ralas, pero todavía no se las producía tan perfectamente en forma paralela como para colocarlas en la hilandera, para que se forme un hilo regular sin ningún tipo de dificultades. Por eso se tuvo que realizar un trabajo previo, el de colocar las fibras perfectamente paralelas al igual que eliminar todas las diferencias de ancho. Este trabajo se denomina del *extendido*, con el que se logra el *doblado*, esto es, plegarlo y unirlo con varias cintas. Las máquinas que se utilizan para ello son el *cilindro estirador* (*máquina estiradora*, *banco de estiraje y banco paro estirar las fibras*). El siguiente paso es la *preparación de la mecha*. Las cintas extendidas requieren, para ser convertidas en hilos, de un proceso de refinamiento y al mismo tiempo deben ser enroscadas. La doble acción de este enroscado (fortalecimiento de las fibras) y del extendido o refinamiento finalizan la preparación de la mecha. Así se obtiene un hilo bruto, ralo, con poca torsión, el llamado *hilo grueso*. Sólo en hilos en bruto es suficiente *una* preparación de la mecha. Se trata de la

Technisches Wörterbuch

oder

Handbuch der Gewerbskunde.

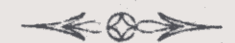
In alphabetischer Ordnung.

Bearbeitet nach

Dr. Andrew Ure's Dictionary of Arts, Manufactures and Mines

von

Karl Karmarsch und **Dr. Friedrich Heeren.**



Mit über 1200 in den Text gedruckten Abbildungen.

Erster Band.

A. — G.

Prag, 1843.
Verlag von Gottlieb Haase Söhne.

mechera (una máquina moderna para la preparación de mechas), y es la que más se usa para este proceso. La transformación de la mecha en hilo se produce en la *hiladora* o la *hiladora en fino*. [Las hay] de dos tipos principales: *la hiladora continua* y *la máquina intermitente de hilar*. La hiladora continua de Arkwrights fue desplazada casi completamente por la *continua de hilar telas*, en la que el proceso de hilado es el mismo, pero el mecanismo de rodaje, especialmente la máquina laminadora de estirado y de reducción, tienen una estructura diferente. En la selfactina el mecanismo resuelve todos los movimientos necesarios para el tejido. La ventaja de la selfactina de Robert era la siguiente: se ahorraba el salario de un hilador para dos máquinas intermitentes de hilar, ya que sólo se necesitaban niños para reparar los hilos cortados, y una persona vigilaba de 6 a 8 máquinas. La producción de hilo aumentó de 15 a 20 por ciento más que con las máquinas intermitentes manuales de hilar. Las canillas se ajustaban más, eran de mejor calidad y todas iguales; contenían, ya que estaban más apretadas, de 1/3 a 1/2 veces más hilo (del mismo tipo) que las producidas por las máquinas intermitentes manuales de hilar; además se dañan menos al empaquetarlos y expedirlos. Por estas circunstancias los telares mecánicos con los que se fabricaba el hilo lograron mayor velocidad y produjeron más manufacturas, las que a su vez eran de mejor calidad y producían menos cortes de hilo... Los hilos de algodón eran devanados en las llamadas madejas, que están compuestas de 7 troquillones, y en cada troquillón había 80 hilos de 1½ yardas; en total 840 yardas o 980 anas vienesas. La cantidad de madejas que pesen 1 libra inglesa, determina el número del hilo con el que se especifica su tipo [finura]. Se hila del número 8 al 300 o más, pero en general de 20 a 100.

Blanqueo. Se eliminan las sustancias colorantes en parte por efec- /38/
to del aire y la luz y en parte con cloro y ácidos sulfurosos. El cloro era totalmente desconocido en la antigüedad, y el blanqueo natural que se usaba en las manufacturas de algodón y lino era demasiado lento. *Bobbinet* (tul inglés). Una de las máquinas de Fisher, inspirada en los dibujos de Bobbinet, incluye tantos adelantos, inventos mecánicos, que nos hace pensar en la diferencia que existe entre un precioso cronómetro y un simple asador. Una máquina con fuerza a vapor de Bobbinet funciona diariamente 18 horas y produce 4, 800 mallas; o sea 80 por minuto (cada una alcanza todo el ancho de la pieza) (4, 800 vueltas = 20 *racks*). El costo de un *rack* era hace todavía 20 años 3 ½ chelines o 42 de hoy es sólo de 1 d. Una pieza de 24 *racks*, de 5/4 de yarda de ancho, costaba antes por mayoreo 17 libras esterlinas; ahora se vende por 7 chelines, es decir, se vende a 1 /29 de su precio

anterior. La primera patente de una máquina Bobbinet fue la de

Heathcoat en 1809.

Vapor. Si se calientan líquidos hasta cierto grado, se llega al punto de *ebullición* o a hervirlos. La temperatura en la que se llega a este estado, se llama el punto de ebullición del líquido y éste depende tanto de la naturaleza de éste como de la presión que se ejerce sobre el líquido. El producto del líquido en la ebullición se llama *vapor*, el que se forma en el punto de ebullición *vaho*. Lo mucho que depende el punto de ebullición de la presión se puede observar por el hecho de que en presión normal el agua hierve a los 80° R, ó 212° F; pero en aire con mayor o menor presión, como por ejemplo en recipientes bajo presión de una bomba de aire, en altas montañas, hierve a una temperatura mucho más baja, etc. Los vapores que se obtienen por ebullición ejercen una cierta fuerza para poder sobreponerse a la presión del líquido. A esta fuerza de compresión se le llamó fuerza tensora, expansiva o elástica. Para que el vapor pueda ser usado en ciertos oficios, la medición de esta presión es de suma importancia. Esta *medida de la presión* se determina por la altura (en pulgadas) de la columna de mercurio, atmósferas, o por la presión en una unidad de superficie, por ejemplo, pulgadas cuadradas o circulares. Ya que el agua hierve a 80° R, ó 212° F, la fuerza que se ejerce es igual a la fuerza de resistencia de la atmósfera, del aire. Por esto la columna de mercurio se eleva por la fuerza expansiva del vapor, al igual que el barómetro por la presión del aire alcanza una altura de aproximadamente 30 pulgadas; es así que la altura de dicha columna de mercurio puede usarse también como medida relativa a la fuerza expansiva del vapor. Como el vapor tiene una fuerza expansiva mayor que el aire de la atmósfera a partir de 80° R, y esta fuerza puede aumentar al elevar la temperatura 2, 3, 4 y más veces, se puede tomar, para medir la presión más alta que la del aire normal, [a la misma atmósfera] como unidad de medida. Y así se puede hablar de 2, 3, 4 ó más atmósferas. Los datos del vapor en expansión en libras sobre una pulgada cuadrada o circular tiene relación con todo esto. La atmósfera normal presiona a todos los cuerpos con aproximadamente 15 libras inglesas sobre cada pulgada cuadrada; por lo cual, el vapor de la atmósfera tiene que presionar con la misma fuerza; una presión de 30 libras de tensión tiene 2 atmósferas, etc. Los vapores *saturados* son los que se encuentran en su punto de mayor densidad; los *no saturados*, en caso contrario. Si en un recipiente se encuentra una cierta cantidad de líquidos que están por evaporarse, el vapor obtenido entra en contacto con los vapores saturados; sólo una parte del líquido se evapora, según la temperatura, y una parte del vapor se

210

convierte en el mismo instante en líquido, en cuanto su temperatura baja; cuando el vapor no puede condensarse más por más que aumen-

te la temperatura, se lo llama vapor saturado; el vapor se encuentra
en su máxima densidad. A una cierta temperatura corresponde
una cierta presión del vapor y viceversa. Si se aumenta el volumen
del recipiente dentro del cual se encuentra el vapor, y la temperatura
permanece estable, se producirá mayor cantidad de vapor, que sa-
turará el recipiente de la misma manera, y la presión y la temperatura
serán las mismas que en el estado anterior. Si se reduce el volumen
anterior, y la temperatura queda estable, una parte del vapor se con-
densa nuevamente, el que, al expanderse el volumen, se evaporará
nuevamente, y la densidad y la presión serán las mismas... Vors-
tehedes dibujó una representación en la que muestra lo que sucede
en las calderas de las máquinas a vapor, en las que el vapor fluye
durante todo el movimiento del émbolo en el cilindro de la máqui-
na. La caldera está así en contacto directo con el cilindro, en donde
se mueve el émbolo; la temperatura es estable y el volumen en el que
se encuentra el vapor alternativamente es reducido y aumentado. Si
se separa el líquido del vapor, ya no se producirá esta relación entre
la presión y la temperatura. Porque si se aumenta la temperatura ya
no se puede llegar al estado de saturación, porque no existe líquido
alguno para evaporarse. Si se aumenta el volumen que ocupa dicho
vapor al doble, y la temperatura queda estable, el vapor cubrirá
lentamente todo el espacio, pero sólo indicará la mitad de presión
que antes... Para determinar la densidad o el peso específico del
vapor, Gay Lussac descubrió que un litro de vapor de agua, a 80° R
o 212° F y con una presión barométrica de 0,76 metros, pesaba
0, 58958 gramos. Un litro de aire en la atmósfera, con las mismas
características, pesa 9, 94544 gramos; la relación de vapor de agua
con aire atmosférico es de 5/8; la relación es estable si la presión y la
temperatura del vapor y el aire son iguales. Con esto se comprende la
manera cómo se calcula la cantidad de vapor que produce un vo-
lumen determinado de agua. Se calcula igualmente la presión y la
temperatura, ya que sabiéndose la densidad del agua y conociéndose
la temperatura, es sencillo calcular la [presión] del aire. Al deter- /39/
minar el volumen del vapor hay que saber diferenciar entre volumen
relativo y *absoluto*. El primero, es el volumen de una unidad de va-
por, relacionado con el volumen de la misma unidad o el valor inver-
so de su densidad. El último, es el volumen que depende del conte-
nido del recipiente en el que se encuentra el vapor. Así un vapor a
80°, ó 1 atmósfera de presión, puede llenar cualquier recipiente de
diferentes capacidades y puede adoptar cualquier volumen absoluto,
mientras que su volumen relativo, en el caso supuesto, será siempre

211

1, 700 veces mayor al volumen del agua, del cual se obtuvo. Al usar-
se el vapor, especialmente para máquinas de vapor, su volumen rela-
tivo es muy importante, especialmente el del vapor saturado, para

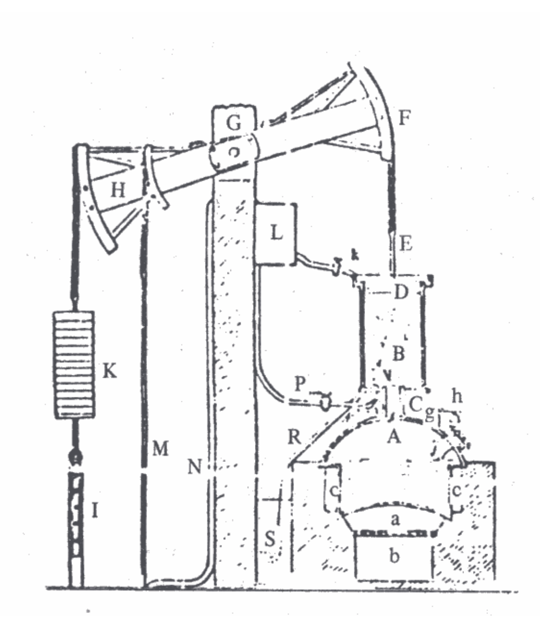
poder determinar en cada caso la presión y temperatura. La fuerza de expansión del vapor se usa para hacer funcionar a la máquina de vapor. El calor latente del vapor se usa para calentar más rápido y fácilmente, y para ciertos casos peculiares. Así se conduce el vapor de agua por tubos a habitaciones u otros lugares; lo que es de mucha importancia cuando se necesita una temperatura constante, o para evitar quemar [ciertos objetos], como por ejemplo, al secar telas teñidas, papel, pólvora, malta, etc. También se utiliza el vapor para hervir agua y otros líquidos. En este caso, se pone en contacto directamente [el vapor] ante el líquido a ser tratado; como en el caso de las tintorerías, baños públicos, etc.; o se lo conduce por medio de tubos, en forma de espiral, que se encuentran en medio de masas líquidas, o en pisos dobles, como en las cervecerías y fábricas de azúcar. Una libra de vapor puede calentar 5½ libras de agua de 0° R ó 32° F, hasta 80° R ó 212º F... Ya que el vapor contiene calor con poca humedad, presta también otros servicios importantes como el hervir o destruir sustancias sin agua. Igualmente se usa como disolvente de suciedades al lavar la ropa, disolvente de sustancias colorantes en telas nuevas para trabajos preparatorios de blanqueo, etc. A los paños de lana se les da un apresto más hermoso, enrrollándolos en cilindros de lata, los cuales tienen pequeñas perforaciones, por donde se le inyecta vapor a través del cilindro durante un cierto tiempo. En las fábricas de telas se usa el vapor de agua para fijar los colores impresos, que por sí mismos, y especialmente en telas de lana, son poco resistentes... En fin, fue usado para vaporear la madera, lo que se efectuaba en recipientes adecuados, para conservar [a la madera] de la putrefacción y de deformaciones.

Máquina de Vapor. Es una máquina que al recibir vapor de agua es apta para producir un movimiento mecánico... La primera idea sobre esta posibilidad [fue descubierta] en la segunda mitad del sjglo XVII... Para mover por medio del vapor no sólo es necesario producir vapor con alta presión, sino que también hay que saber disminuir o aumentar su volumen. *Papin* [1680] inventó la válvula de seguridad; más tarde se le ocurrió que el vapor accionase en un cilindro, con una especie de émbolo. Cubrió el suelo del cilindro con una capa de agua, la que se transformaba en vapor al calentar el cilindro; de esta manera el émbolo ascendía. Al alejar el fuego o enfriar el cilindro el vapor se condensaba, por lo que la atmósfera presionaba sobre el émbolo y bajaba. Experimentos de este tipo los publicó

Papin en 1690 en *Actis Lepsiensibus*... Al mismo tiempo un capitán inglés, Savery, llegó a conclusiones parecidas y hasta construyó algunas máquinas. En 1696 publicó una descripción de las mismas. La máquina de Savery, en principio, se diferenciaba de la de Papin,

en que no usaba un émbolo, y además la condensación del vapor era mucho más fácil y rápida en su ejecución. A Savery se le debe en realidad la *primera* máquina de vapor. La máquina de Savery fue utilizada para *bombear* agua. Pero no sólo necesitaba una gran cantidad de combustibles sino que también era muy difícil construirla en grandes dimensiones, por lo que se podía bombear agua sólo hasta pequeña altura. Por supuesto, se estudió mucho la máquina de Savery para perfeccionarla, y se trató de llegar a nuevos resultados. Esto lo lograron dos ingleses, un herrero, *Thomas Newcomen*, y un vidriero, *John Cawley*, que hay que reconocerlos como los introductores de la máquina de vapor con émbolo. Ya que a Savery le pertenecía la patente de obtener un volumen enrarecido condensando vapor, *Newcomen y Cawley* se le unieron, obteniendo una patente a nombre de los tres, que definía: [máquina] "para condensar el vapor movida por émbolo, y para producir un movimiento alterno con ayuda de su unión con una palanca". El mecanismo de ésta máquina, llamada después de Newcomen o máquina atmosférica, no sólo tuvo la ventaja que, si se quería bombear agua con la máquina el vapor no entraba en contacto con el agua, sino que daba oportunidad de producir cualquier otro tipo de movimiento. Esta máquina, con la diferencia de que el agua condensada no era vertida al exterior sino que debía ser inyectada en el cilindro, significó una gran mejoría, y que New- /40/
comen supo instalar más tarde: (Ver ilustración en la página siguiente).

A es la caldera recubierta, la que está sobre el fogón *a*. Debajo de la parrilla de este último se encuentra el depósito de cenizas *b* y *cc*, que son los conductos de caldeo que se encuentran entre la caldera y la mampostería. Un poco arriba de la caldera se encuentra el cilindro de metal *B*, que está cubierto en su parte superior, en la inferior tiene un piso, cuya unión con la caldera se efectúa por medio del tubo *C*. La abertura baja de este tubo puede cerrarse por una placa *f*, y la última gira horizontalmente sobre un eje *g* y éste es accionado por medio de una palanca *h*. *D* es un émbolo, que cierra perfectamente el cilindro, por lo que aumenta la presión [del cilindro], mientras un fino tubo vierte constantemente agua fría sobre su superficie exterior. El émbolo está unido en su otro extremo con una barra *E*, la que en su otro extremo sujeta una cadena, la que está colocada sobre un arco *F* de la palanca de dos brazos *FGH* y así transmite el movimiento del émbolo a la llamada palanca o balancín.



En el lado opuesto *H* del balancín se encuentra un segundo arco, el que sostiene el vástago del émbolo *I* de una bomba, la que por medio de una máquina es usada para bombear agua. Para facilitar que se eleve el émbolo de vapor, y al mismo tiempo pueda producir un movimiento constante, se colocó en el vástago de émbolo de la bomba un contrapeso *K*. *L* es un recipiente para agua de condensación o inyección, que es provisto de agua por medio de una bomba de presión *M*, la que sube por el tubo *N*. De *L* también se conecta otro tubo *P* que llega a la base del cilindro, de tal manera que la abertura está cubierta con una placa agujereada, parecida a una criba. Del suelo del cilindro se dirige un tubo *R*, el que está encargado de evacuar el agua saturada a un recipiente *S*, el que tiene una válvula adecuada [para su funcionamiento]. La lógica de la máquina es la siguiente: Cuando el émbolo ha llegado hasta el fondo de la máquina [cilindro], en la caldera se ha desarrollado una masa de vapor suficiente para la válvula *L*, y el distribuidor de vapor *f* se abre al instante, y así el émbolo iniciará un movimiento ascendente. Si el extremo superior del cilindro ha alcanzado la misma presión, se cierra el distribuidor de vapor, se abre la llave *P*, por la que corre agua fría por *N* en el cilindro y el vapor saturado anteriormente es condensado de nuevo. Mediante el volumen enrarecido que es así producido, la presión atmosférica que acciona en la superficie superior del émbolo lo hace descender, a lo que sigue el movimiento

del balancín *FH*, la barra de la bomba *I* sube y el agua es elevada

de la profundidad. Los movimientos de las llaves y los distribuidores de vapor eran fabricados manualmente, hasta que un muchacho, Humphry Potter, que era cuidador de una de las mencionadas máquinas, concibió la idea de unir las manijas de las llaves y los distribuidores con cordeles al balancín, permitiendo así que éste los moviera. /41/ La máquina de Newcomen todavía era muy imperfecta. /41/
Especialmente en la condensación del vapor en el cilindro de la máquina, porque se perdía una buena parte del calor, y nunca se podía llegar a un enfriamiento completo del cilindro. Todos los esfuerzos por mejorar esta falla principal fueron inútiles y las instalaciones de las máquinas de vapor permanecieron durante 70 años iguales. Entonces apareció *Watt*. Sus mejoras más importantes se resumen en lo siguiente: Primero, utilizó el llamado condensador, o un recipiente en el que el vapor que movía al émbolo no era condensado en el cilindro; le acopló además una bomba de aire. En segundo lugar, cerró con una placa el cilindro que siempre había estado abierto en su parte superior, y en el medio de éste hizo una abertura circular para que pasase el vástago de émbolo; tapó la primera con ayuda de la llamada caja de estopas, que era un cilindro de metal hueco que estaba lleno de cáñamo o estopas prensadas y engrasadas. El efecto de la presión atmosférica desapareció completamente con esto. En tercer lugar, descubrió la manivela y el piñón planetario, al mismo tiempo que el movimiento rectilíneo de la máquina era transformado en uno circular; también se dice que introdujo el volante. En cuarto lugar, fue el primero que introdujo el paralelogramo o una unión ingeniosa en forma de rama de barras de hierro cortas, con la que el vástago de émbolo era guiado verticalmente dentro de lo posible. En quinto lugar, introdujo el pedal centrífugo, para regular en ciertas circunstancias la admisión de vapor. Además introdujo el manómetro y otros indicadores, para medir la presión en el interior de la caldera, el cilindro y el condensador de vapor. En sexto lugar, mejoró la caldera y la instalación del horno, con lo que los combustibles eran mejor aprovechados. Watt indicó la gran utilidad de la máquina a vapor si la admisión de vapor era bloqueada antes de que el émbolo hubiese terminado todo su recorrido en el cilindro; por lo que también debe considerárselo como el inventor de la máquina de bloque a vapor o máquina a expansión. Más adelante construyó máquinas en las que el vapor efectuaba, sin ser transformado anteriormente, un movimiento giratorio, o las llamadas máquinas de vapor rotatorias. En las primeras máquinas de Watt el *vapor sólo producía el descenso del émbolo*, o el también llamado *efecto sencillo*. La ascensión se lograba cuando el émbolo llegaba a la base del cilindro, se cerraba

entonces la admisión de vapor, y el vapor introducido anteriormente rodeaba por arriba y por debajo al émbolo, y así la presión de los dos

lados se neutralizaba. Un contrapeso colocado al otro extremo del balancín, aliado del vástago de la bomba, que estaba encargado de elevar el agua, podía lograr fácilmente que el émbolo se elevara... La máquina de Watt era tan sencilla y práctica para bombear agua y aguas salinas, que todavía hoy se usa, pero es casi inútil para otros trabajos mecánicos. En la mayoría de los trabajos industriales se transformó el movimiento del émbolo lineal en giratorio, lo que también es posible en la máquina de efecto sencillo; pero si el movimiento que se requiere debe ser continuo sólo puede ser alcanzado si se usa una gran masa inerte (la rueda volante), en el movimiento giratorio. Pero, para mover dicha masa, se pierde gran parte de la fuerza de la máquina, la que podría utilizarse para otros fines. Se producía así un gran desgaste del pivote del árbol y del cojinete. Estas circunstancias llevaron a Watt a inventar la máquina de vapor de *doble efecto*. En ésta, el vapor produce tanto el ascenso como el descenso del émbolo; el contrapeso es completamente inútil y la ya mencionada masa inerte, que tenía que ser usada para que se efectuara el movimiento constante rotatorio, podía ser mucho menor. En *1782* Watt obtuvo la patente de su máquina de doble efecto, y desde esta época la máquina de vapor empieza a ser de gran utilidad para todas las ramas de la industria... Las modificaciones que se hicieron más tarde a la *máquina de vapor de doble efecto* fueron secundarias. El esfuerzo se centró en construir la máquina de tal manera que ocupara menos espacio. Por este último motivo se trató de eliminar el balancín y unir directamente la biela guía del pivote del árbol con el vástago de Émbolo... Máquina sin bomba de condensación, de aire y de agua fría, sino sólo por expansión. Máquina de Woolf. La expansión se aplica con mucho provecho especialmente en las máquinas de Watt de efecto simple, generalmente son las que sirven para elevar agua o aguas salinas; las máquinas de la provincia de Cornwall son el mejor
/42/ testimonio de esto. Una máquina de vapor necesita entonces de las siguientes piezas: 1) Una caldera con sus instalaciones para el fuego, su alimentación y otros componentes necesarios; 2) un cilindro de vapor con émbolo, vástago del émbolo y una caja de estopas; 3) un mando distribuidor, que sea idéntico en su interior y exterior, además de la máquina condensadora; 4) un condensador con aire y bomba de aire.

Hierro. Hierro fundido, acero y hierro en barras o hierro maleable. [Existen] tres combinaciones de hierro con carbono que sólo se diferencian por la cantidad de este último. El hierro fundido contiene

más carbono que el acero, y éste más que el hierro en barras o el hierro maleable. El último se supone que no contiene nada de carbono, lo que casi nunca es el caso. El acero se diferencia del hierro

en barra por su mayor dureza y la propiedad [que adquiere] al ser sumergido estando al rojo vivo en agua fría; por lo que alcanza gran dureza. El hierro en barras, al contrario, por su forjabilidad, es dejado [enfriar lentamente] desde su estado de rojo vivo.

Ferrocarriles. Los rieles más antiguos fueron construidos con madera, y se dice que fueron utilizados hace 200 años en las canteras y minas de Inglaterra y Alemania. La experiencia demostraba que un caballo podía tirar cuatro veces más [de peso en rieles] que en caminos normales. Esto movió a que en Inglaterra en 1738 se construyeran los primeros rieles de hierro fundido para el transporte en general. En los primeros ferrocarriles sólo se usaban caballos como medio de transporte. La primera idea de emplear también la máquina de vapor como [motor de un] vehículo de ruedas fue del Dr. Robinson de Glascow, en 1769. Watt continuó sus descubrimientos y después, en 1786, [continuó con ellos] el genial Oliver Evans en Norteamérica. En 1802 los ingleses Trevithik y Vivian construyeron un auténtico vehículo a vapor, que podía ejercer tracción sobre los rieles de los ferrocarriles con una carga de 10 toneladas, a una velocidad de 5 millas inglesas por hora. En realidad no se usó nunca, porque influyó mucho el prejuicio que se tenía en la época de que la fricción de las ruedas en rieles lisos no era suficiente para evitar que las ruedas sólo diesen vuelta en un mismo lugar sin avanzar y por ello no eran aptas para llevar cargas tan pesadas. En 1811, *Blenkinskop*, tomando en consideración lo último, colocó a lo largo de los rieles cerca de Leeds, una barra con engranes, en donde una rueda con engrane se conectaba a una máquina de vapor. Este carro fue el primero en su género, y se usaba hasta hace todavía pocos años. En *1812* William y Chapman sacaron patente con las mejorías introducidas en el carro a vapor. Instalación especial: una cadena, estirada colocada a los extremos [del vehículo] del riel y en el medio, que corre por la llanta de las que tienen canaletas, por donde pasa la cadena, por lo que cuando la llanta giraba impulsada por la máquina, el vehículo avanzaba, ya que la (cadena estaba fija. Tampoco se le dio mucho uso a este invento porque la gran fricción desgastaba mucho la cadena y entonces la máquina se descarrilaba. Lo mismo sucedió con el vehículo a vapor de *Brunton* en *1813*, en el que la máquina movía a uno o varios brazos o pedales, que al igual que las piernas de los hombres, ascienden y descienden del suelo, en el que se apoyaban. En *1814* el inglés *Stephenson* construyó el primer vehículo

217

que se utilizó para el trayecto Stokton-Darlington, y así dio impulso a este tipo de fabricaciones. Con el tiempo, explicaba Stephenson, se volvió al primer principio, al más sencillo, al observarse que la fricción de las ruedas de los vehículos de vapor era suficiente para transpor-

tar carga, siempre y cuando la resistencia de la locomoción no fuera mayor que el primero. La fricción de las ruedas en los rieles, que generalmente se le llama adhesión, le da a la presión de vapor de un vehículo a vapor los puntos de apoyo necesarios para la locomoción; pero sin la fricción necesaria las ruedas tienden a girar [sobre sí] sin moverse del mismo lugar... Todos estos vehículos se usaron entonces como vagones de mercancías, ya que no eran suficientemente veloces para el transporte de personas. Así, en la construcción del ferrocarril Manchester-Liverpool no se supo si usar máquinas de vapor fijas o locomotoras; los caballos quedaron descartados, ya que no alcanzaban para el tráfico que aumentaba. En octubre de 1829 se instituyó un premio, y la [máquina] "*Rocket*" de *Stephenson* ganó. Ganó especialmente gracias a la caldera que colocó, que estaba constituida por 25 tubos de 3 pulgadas, porque con esto superó a todas las construcciones de calderas existentes con igual capacidad de evaporación. Pudo obtenerse así una gran velocidad. Con la máquina de Stephenson toda la industria ferroviaria tomó una nueva tendencia y forma, y con el tiempo alcanzó su importancia actual. Más tarde se mejoraron algunos aspectos de los vehículos a vapor. Especialmente importantes fueron los que se lograron a fin de avanzar y retroceder, y la colocación de un tercer par de rue-
/43/ das, a fin de que la masa del vehículo obtuviera mayor estabilidad.
La caldera fue de mayor dimensión, por lo que también se produjo más vapor, y la carga del carro fue distribuida en forma más práctica. En la carrera de octubre de 1829 de Liverpool a Manchester, se pedía de los vehículos a vapor una velocidad mínima de 10 millas inglesas por hora, y que tuviesen una carga tres veces mayor que los vehículos a vapor anteriores. En la prueba de abril de 1839 con el mismo recorrido, el vehículo a vapor "St. Georg", con un peso de 13 toneladas, llevó una carga de 135,5 toneladas a una velocidad media de 21^{4}_{5} millas por hora. Las últimas máquinas movían entonces 10 u 11 veces más de peso, con una velocidad de más del doble de la exigida en 1829. En los tiempos recientes se han mejorado muchas piezas a fin de eliminar el eje acodado, no reunir todas las piezas móviles de la máquina debajo de la caldera, y alcanzar una mayor capacidad de vapor, alargando la caldera. Esto lo logró especialmente el mecánico *Norris*, de Filadelfia, cuyo sistema de construcción se mejoró aún más tarde. La mayoría de los ferrocarriles en América usan los vehículos de vapor de Norris.

218

Lino. El lino cosechado y atado en haces es *desgranado*. Para separar las semillas se necesita un gran peine de metal (peine para desgargolar o desgranar lino); después se le da el *enriado* (enrojecimiento, enriar) con un tratamiento químico. Mientras va desapareciendo en su mayoría la adherencia a las fibras de la corteza, al igual que entre

los hilos capilares de la corteza y los nudos de madera, [se efectúa] el siguiente trabajo mecánico que debe separar las fibras [para la producción] textil. El trabajo mecánico del rodrigón en el enriado tiene como objetivo principal fraccionar y seleccionar el nudo de madera, blando y quebradizo por el efecto del enriado. Esto se hace especialmente en el *procedimiento del quebrado*. A éste le sigue el *rastrillado*. Existen operaciones auxiliares en parte antes del quebrado, en parte antes del rastrillado. *Ablandar*, *aplastar* (apisonar o golpear el lino). *Espadar* (sigue después del quebrado, para reforzar la corteza, para que cuando se sacuda no se separen las partes cañamizas). *Ribben** (en algunas comarcas se hace después de espadar, pero tiene la misma finalidad). El desperdicio en estas operaciones consiste en parte en pequeñas libras que se unen con los cáñamos. Se obtiene así el tipo de estopa de peor calidad, que sólo puede ser usado para trabajos con cuerdas, etc.... Las fibras cortas y enredadas, que están mezcladas con pedazos de cáñamo, en un principio en gran cantidad, otras meros y por último casi con nada, forman la estopa... La confección del lino rastrillado hasta el hilo listo para ser procesado por las hilanderías mecánicas, consta de las siguientes operaciones: 1) Se hacen con el lino cintas en forma recta y en posición alineada vertical, lo que permitirá producir el futuro hilo. 2) Se extiende la cinta, con lo que se afina [el hilo] y sus fibras son puestas en posición paralela unas de otras. 3) El hilado es la transformación de la cinta en una gran mecha floja extendida, muy larga y todavía con pocas torsiones. 4) El hilado en fino [se logra] cuando la mecha es extendida y se la retuerce más... La producción semanal de hilos en Inglaterra:

	L. St.	Ch.
En promedio de número 30, 210,600 *leas* o 1,050 paquetes de 9 *sh*…..	472	10
En promedio de número 100, 216,000 *leas* a 1,080 de 9 *sh*……….….....	486	
Suma:	958	10

*Sin traducción castellana. N. del T.

219

Cálculo de los gastos de una semana.

	L. St.	Ch.
Salarios, cargamentos, etc. ………………	150	15

Lino ……………………………………	400	40
Otros gastos………………………..…..….	40	
Intereses de 60, 000 L. Est. 10% anual.….	120	10
Suma:	710	65

Ganancia semanal de 248 libras, 10 chelines.

Oro. [Tiene] una ductibilidad asombrosa, más que ningún otro [metal], por lo que se deja malear hasta llegar a $\frac{1}{282000}$ pulgadas de ancho. Es insoluble en todos los ácidos; con la única excepción del ácido nitrohidroclórhídrico (una combinación de ácido nítrico y ácido clorhídrico). El oro sólo se encuentra en estado metálico; nunca, como es el caso de otros metales, en estado óxido y sulfuroso. Pero sí se encuentra amalgamado con otros metales, especialmente con plata.

Alumbrado de gas. De 1737 a 1738 el Dr. Clayton demostró con variados experimentos, que la hulla arde en un espacio cerrado, y desarrolló un tipo de gas que tiene gran parecido con el grisú de las minas de hulla, pero que se encendía con una llama mucho más clara. Estos experimentos se realizaron en pequeñas dimensiones. En 1792 utilizó *William Murdoch*, ingeniero de la fábrica de máquinas de Boulton y Watt, el gas de hulla para iluminar su casa y taller de Redruth en Cornwall. De 1792 a 1802 continuó con sus experimentos sobre iluminación. En la primavera de 1802 su invento fue conocido universalmente, ya que se usó en la fiesta de la paz de Amien, y en una fábrica de máquinas que iluminó con gas. Su primer uso planeado y realizado se efectuó en Manchester entre 1804 y 1805, donde debieron ser instaladas unas 3,000 lámparas bajo la dirección de Murdoch, en la gran manufactura de algodón de Philips y Lee. Después de este caso, diferentes utilizaciones se encontraron para la 1441 iluminación a gas. En 1838 en Gran Bretaña había 1791 [lugares iluminados], en Irlanda 24; en total 1815 *cotton factories et work*, *88 empty*.* [Estaban iluminados] unos 260,100 hombres y mujeres. En 1848 en Inglaterra trabajan 316, 327 personas [iluminadas].

*En inglés en el extracto de Marx. N. del T.

Beyträge zur Geschichte der Erfindungen.

Von

Johann Beckmann,

ordentlichem Professor der Oekonomie zu Göttingen.



Leipzig,

in Verlage Paul Gotthelf Kummer.

1780.

VI.

/44/ *J. BECKMANN. CONTRIBUCIONES A LA HISTORIA DE LOS INVENTOS. GÖTTINGEN 1780-1805, 5 TOMOS.*

PRIMER TOMO

Aguardiente. *Michael Schrick*, Doctor en medicina [productor] del aguardiente. Augsburgo, 1484, Se enunciaba: "Quien esté ronco, que se unte con aguardiente la garganta y que lo beba tres mañanas seguidas en ayunas". "El que tome media cucharada de aguardiente todas las mañanas nunca enfermará". También, "cuando alguien va a morir, que se tome un poco de aguardiente y así hablará antes de su muerte". "El aguardiente es bueno para todo aquel al que le duela la piel, etc;". (36, 37). La adulteración de mercancías va a la par con el progreso de las técnicas (40).

Tulipán. A mediados del siglo XVII fue un objeto comercial y su precio era mayor que el de los metales más nobles. Este comercio era propio de algunas ciudades neerlandesas, especialmente Amsterdam, Harlem, Utrecht, Leyden, Rotterdam, etc. En los años de 1635, 1636 y 1637 era [un comercio] muy activo. Comercio del viento. A lo que ahora se le llama *acción* [bancaria]antes se le llamaba tulipán o cebolla... El *curso de los precios*, *los papeles de cambio*, etc. aparecieron en Amsterdam a principios del siglo XVII.

SEGUNDO TOMO

Los testimonios más antiguos confiables de chimeneas ascienden hasta el 1347 (Venecia).

222

VII.

POPPE (J. H. M.), LA MECÁNICA DEL SIGLO XVIII Y DE LOS PRIMEROS AÑOS DEL SIGLO XIX, PYRMONT, 1807.

/1/

Sólo contiene la enumeración de personas de diferentes países que han alcanzado méritos en las diversas ramas de la mecánica.

MANUSCRITO B 79

EXTRACTOS DE LOS CUADERNOS

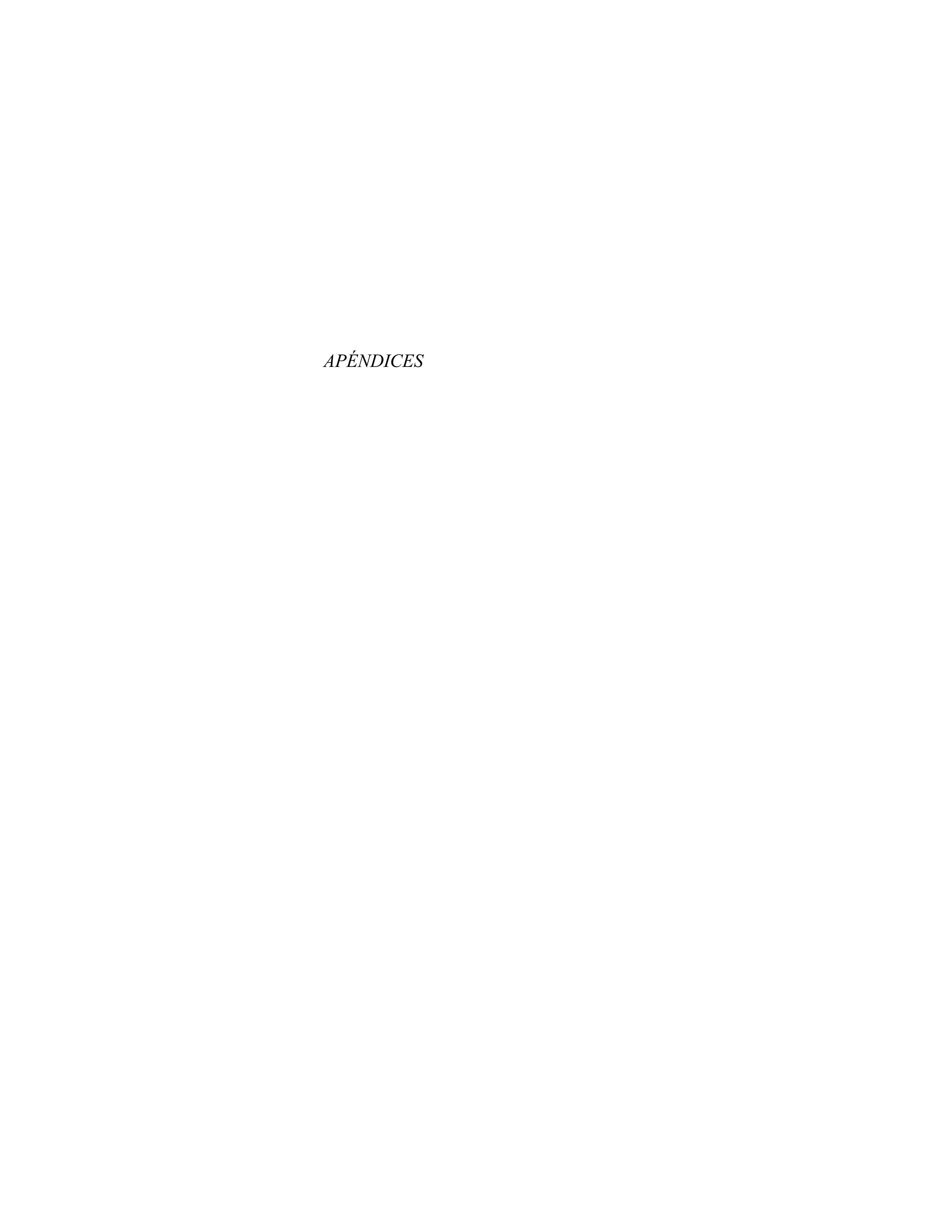
TECNOLOGICOS-HISTORICOS
(Londres 1856)

Características físicas del oro: Ductibilidad excepcional: puede ser maleado hasta $\frac{1}{280\,000}$ pulgadas. No es soluble en los ácidos, a excepción de agua regia (combinación de ácido nítrico y ácido clorhídrico). Siempre se encuentra en estado metálico, nunca oxidado o sulfuroso (*Ure*, *Diccionario técnico*, *43*).

Dorar y platear; Los antiguos egipcios, hebreos. Romanos y griegos (*Poppe*, *Historia de la tecnología*, *29*). *El alambre de oro y plata es más antiguo que el de hierro y latón* (30).

Monedas. Primero fueron pedazos de metal pesados sin acuñar. Fenicios, lidios, asirios, egipcios, antes que los griegos. Tipos de monedas, etc. (30-31).

Martillo para laminar. Después los cilindros laminadores. Martillo para acuñar. Máquina de acuñar. Máquina de cortar, etc. Todavía en el siglo XVII en Rusia se usaban barras de plata con marcas para poder partirlas en pequeños pedazos, en vez de usar monedas. De aquí el nombre rublo (30).



APÉNDICES

1. INDICES DE LAS OBRAS EXTRACI'ADAS POR MARX

I. POPPE, J. H. M.; HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA, GOTTINGEN 1807-11

Primer tomo:	(506 págs.).
Primera sección:	Introducción general a la historia de la tecnología (100 págs.).
Segunda sección:	Historia de los inicios de la mecánica hasta fines del siglo XVIII (403 págs.).
Primer capítulo:	Oficios, manufacturas y fábricas que preparan los productos alimenticios del hombre (133 págs). (Molinos para cereales, trillar, limpiar, preparación de manteca y aceite).
Segundo capítulo:	Oficios, manufacturas y fábricas útiles para la vestimenta del hombre (246 págs.) (Paños, telas de algodón, lana, lino y seda, calcetines).
Tercer capítulo:	Artesanías, artes y manufacturas que producen artículos y atavíos accesorios para el vestido de lana, algodón, lino y seda (24 págs.) (Cintas, cordones, puntas).
Segundo Tomo:	(628 págs.).
Segunda sección:	Continuación (361 págs.).
Cuarto capítulo:	Preparación de diversos accesorios del vestido y algunos objetos de adornos y atavíos (29 págs) (Agujas, alfileres, fábricas de dedales, objetos de paja, pelucas, perlas, nacar).
Quinto capítulo:	Preparación de diferentes objetos domésticos y otros de gran necesidad (27 págs.) (Aserraderos, sierras, trabajos de carpintería y de cerrajería, carpinteros especializados en hacer

ventanas).

Sexto capítulo: La preparación de objetos en referencia a diversos oficios particulares y pasatiempos refinados en general (227 págs.) (Relojería, papelería, encuadernación, terminación de instrumentos físicos, matemáticos y de música).

Séptimo capítulo: La preparación de distintas mercancías para muy diversas necesidades (55 págs.) (Tornero, trabajos en cuernos y de corcho, toneleros, carreteros, carroceros, cordelería).

Tercera sección: Historia de las preparaciones mecánicas y químicas hasta la edad moderna (267 págs.).

Primer capítulo: La preparación de los sombreros de fieltro (17 págs.).

Segundo capítulo: Historia de los trabajos tendientes a la producción de metales (55 págs.) (Metalurgia, bocartes, lavanderías, fuelles, Saigerwerke, granuladora, fábricas de estaño, fábricas de amalgamas, mecanismo de percusión, cortador, laminador de chapa, producción de acero y latón).

Tercer capítulo: Objetos auxiliares para comer y beber (43 págs.) (Vasijas e instrumentos de cocina, estañar, esmaltar, producción de cucharas, cuchillos y tenedores, asadores).

Cuarto capítulo: La confección de diferentes implementos para vestimentas, adornos, lujos (39 págs.). (Botones, hebillas, objetos pequeños, bisutería, dorado o plateado, laminado del oro, joyería).

Quinto capítulo: Los trabajos para prever peligros, los trabajos para diferentes necesidades y los trabajos para las comodidades y las diversiones (113 págs.) (Fábricas de espadas y fusiles, bayonetas, carabinas, taller de fundición en partes, fábricas de

pólvora y fábrica de municiones, estiradores, acuñado de monedas.

Tercer tomo:	(442 págs. y 36 págs. de registro).
Sexto capítulo:	La preparación de algunos objetos en orden a la comodidad (37 págs.). (Lámparas, linternas, velas de sebo, de cera y de espermaceti).
Séptimo capítulo:	La preparación de algunas mercancías para el entretenimiento (24 págs.). (Manufacturas de tabaco, cabeza de pipa, tabaquera).
Octavo capítulo:	Técnicas y oficios de la cultura, del gusto y del arte visual (61 págs.) (Impresión, grabados en madera, litografía, grabados en cobre y en piedra).
Cuarta sección:	Historia de las preparaciones químicas y mecánicas hasta la edad moderna (100 págs.).
Primer capítulo:	Preparación de mercancías que dan mayor gusto a las comidas y bebidas (46 págs.) (Salinas, ingenios y refmerías de azúcar).
Segundo capítulo:	La preparación de mercancías para vestimentas y objetos prácticos con usos parecidos (29 págs.) (Curtiduría, fábricas de almidón).
Tercer capítulo:	La preparación de algunos objetos auxiliares para embellecer algunos trabajos (25 págs.) (Tintorerías en azul, producción de blanco de plomo).
Quinta sección:	Historia de los preparados químicos hasta la época moderna (217 págs.).
Primer capítulo:	Líquidos alimenticios y líquidos para mejorar el sabor (53 págs.) (Cerveza, vinagre, aguardiente).

Segundo capítulo:	Historia de las artesanías y fábricas con las que

aparecieron la alfarería y la historia de todas las mencionadas alfarerías (43 págs.) (Fajance, loza, porcelana).

Tercer capítulo: Historia de todos los objetos de vidrio y sus fábricas (43 págs.) (Vajilla de vidrio, espejos).

Cuarto capítulo: Historia del teñido (78 págs.).

II.

POPPE, J. H. M.: HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS DESDE LA ANTIGÜEDAD A LA EDAD MODERNA, TÜBINGEN, 1828 (666 págs.)

Introducción a la historia de las matemáticas (16 págs.).

Primera sección:	Historia de las matemáticas puras (2 págs.).
Primer capítulo:	Historia de la aritmética o el cálculo (37 págs.).
Segundo capítulo:	Historia de la geometría (43 págs.).
Tercer capítulo:	Historia de la geometría práctica en especial (19 págs.).
Cuarto capítulo:	Historia de latrigonometríaen especial (10 págs.).
Quinto capítulo:	Historia del álgebra y el análisis (37 págs.).
Segunda sección:	Historia de las matemáticas aplicadas (30 págs.).
Primer capítulo:	Historia de las ciencias mecánicas (113 págs.).
Segundo capítulo:	Historia de las ciencias ópticas (121 págs.).
Tercer capítulo:	Historia de las ciencias astronómicas (142 págs.).
Tercera sección:	Literatura de las matemáticas (95 págs.).

I. Trabajos matemáticos en general y escritos sobre matemáticas, álgebra y análisis superior.
II. Escritos sobre geometría de bajo nivel, superior y práctica, al igual que trigonometría.
III. Escritos sobre las ciencias mecánicas.
IV. Escritos sobre la óptica.
V. Escritos sobre las ciencias astronómicas.

III.

POPPE, J. H. M.: LA FÍSICA ESENCIALMENTE APLICADA A LAS ARTES, MANUFACTURAS Y OTROS OFICIOS ÚTILES. TÜBINGEN, 1830 (295 págs. y 18 págs. de registro y tablas).

Primer capítulo:	Introducción (4 págs.).
Segundo capítulo:	Las características generales de las sustancias. (21 págs.).
Tercer capítulo:	Tipos de fuerzas que producen eféctos especiales en los cuerpos. (15 págs.).
Cuarto capítulo:	Características específicas de ciertos líquidos (25 págs.).
Quinto capítulo:	El aire en la atmósfera (42 págs.).
Sexto capítulo:	El sonido (22 págs.).
Séptimo capítulo:	El calor y el frío (55 págs.).
Octavo capítulo:	la luz (57 págs.).
Noveno capítulo:	La combustión de los cuerpos y los fenómenos con el oxígeno e hidrógeno gaseoso (18 págs.).
Décimo capítulo:	La electricidad (21 págs.).
Undécimo capítulo:	Teoría galvánica y la electroquímica (5 págs.).
Duodécimo capítulo:	El magnetismo (9 págs.).

IV.

POPPE, J. H. M.: MANUAL DE TECNOLOGÍA EN GENERAL. FRANKFURT, 1809 (184 páginas y 65 páginas de registro).

Introducción:

Primer capitulo:	Trabajos que tienen como objetivo principal la fragmentación de sustancias naturales y la separación de partes iguales o desiguales de las sustancias entre sí (76 páginas).
Primera sección:	Sobre la acción de desgajar y desgarrar.
Segunda sección:	Sobre la acción de cortar.
Tercera sección:	Sobre la pulverización.
Cuarta sección:	Sobre la acción de golpear y aplastar.
Quinta sección:	Sobre la acción de desgranar o exprimir.
Sexta sección:	Sobre el apartado y la separación por medio de un movimiento que sirve de mediación.
Séptima sección:	Sobre la división de partículas sólidas por medio de una corriente de agua.
Octava sección:	Sobre la separación de una sustancia por medio de su disolución en un líquido.
Novena sección:	Sobre la separación de una sustancia de otra gracias a su afmidad con una tercera.
Décima sección:	Sobre la separación por calor.
Enésima sección:	Sobre la separación de una sustancia de otra por medio de congelación.

Segundo capítulo:	Trabajos para reducir la conexión de las partículas entre sí o con otras sustancias (18 págs.).

Primera sección: Disminución de la conexión por medio de calor.

Segunda sección: Disminución de la conexión por presencia del agua.

Tercera sección: Disminución de la conexión por medio de instrumentos.

Cuarta sección: Evitar que unas sustancias se unan a otros cuerpos.

Tercer capítulo: Sobre la unión de substancias antes separadas, sean por partes iguales o desiguales del cuerpo (22 págs.).

Primera sección: Sobre el entrelazado y el anudado.

Segunda sección: Sobre el mezclado.

Tercera sección: Sobre la fundición de los metales y su unión con otras sustancias.

Cuarta sección: Sobre la unión de aceites o grasas y resinas con otras sustancias.

Quinta sección: Unión de sustancias previamente separadas por medio de alguna fuerza de adhesión.

Sexta sección: De la unión de cuerpos separados por medios mecánicos.

Cuarto capítulo: Sobre los medios para dosar ciertas sustancias y consolidara los sólidos (10 págs.).

Primera sección: Concentración por golpeo y apisonamiento.

Segunda sección: Concentración por compresión.

Tercera sección: Concentración de los cuerpos por acercamiento de sus partes, con uso parcial de medios mecánicos.

Cuarta sección: Concentración de una sustancia llenando sus poros y vacíos.

Quinto capítulo: Medios para dar figura, forma y configuración a ciertas sustancias (33 págs.).

Primera sección: Configuración de los cuerpos por medio de instrumentos cortantes y por sustancias corrosivas.

Segunda sección: Sobre la expansión de la materia por medio de golpeo, presión y estirado.

Tercera sección: Sobre la configuración dela superficie de ciertos cuerpos por presión y golpeo.

Cuarta sección: Flexión de un cuerpo con presión y golpeo.

Quinta sección: Sobre la configuración por medio de fricción, por afilado o limado.

Sexta sección: Sobre el perforar o ahuecar a los cuerpos.

Séptima sección: Los líquidos y cuerpos ablandados adquieren las formas del recipiente en donde se introducen.

Octava sección: Sobre la configuración por la cristalización.

Novena sección: Sobre el pulimiento de algunos cuerpos.

Sexto Capítulo: Técnicas e instrumentos auxiliares de otros trabajos (13 págs.).

Primera sección: De los medios para transmitir el movimiento.

Segunda sección: De los instrumentos para regular el ritmo de movimientos o para regular la velocidad de dichos movimientos.

Tercera sección: De los medios para sostener un objeto.

Cuarta sección: De las técnicas para aumentar el tamaño.

VI.

BECKMANN, JOHANN, CONTRIBUCIONES A LA HISTORIA DE LOS INVENTOS, 5 TOMOS, GÖTTINGEN, 1780-1805.

Primer tomo:

Primera parte: Contabilidad italiana, odómetro, máquina de salida extemporánea, amalgamación, dorado, oro barnizado, iluminación de callejones, privilegios sobre libros, censuras sobre libros, calendarios. Bandmühle (molino de cintas), pirotecnia.

Segunda parte: Historia de los relojes, adulteración de vino, seguros, tulipanes, turmalinas, veneno rastrero, catálogo de medidas.

Tercera parte: Historia de los relojes, fuelle a mano, tratamiento magnético, orchilla, tornasol, molino de campo, molino de carro, fusil, crostal rubí, carroza, reloj hidráulico, pifia, tinta, fumar.

Cuarta parte: Megáfono, sello barnizado, castafias, Pantaleón, impresión vegetal, campana de buzo, camello, sal de Seignette, canarios, botella de refuerzo, estado de precios.

Segundo tomo:

Primera parte: Molino de cereales, verdete, azafrán, prensa tipográfica.

Segunda parte-: Cetrería, contabilidad italiana, turba, alcachofas, oro fulminante, diario de anuncios, privilegios sobre libros, censura sobre libros, aserraderos, aguardiente, tinta, papel sellado.

Tercera parte: Perlas falsas, callejones adoquinados, colección de productos naturales, chimenea, agua húngara, odómetro, vara calibrada o de calibre.

Cuarta parte: Historia de los relojes, corcho, farmacias, iluminación de callejones, alforfón, tulipanes, sellos barnizados, pantaleón, venenos rastreadores, cuarentena, papel pintado.

Tercer tomo:

Primera parte: Kermes, cochinilla, inscriptor, trafilería, silla de montar, estribo, herradura.

Segunda parte: Transporte de madera por los ríos, ultramarino, cobalto, alazor, vidrio de cobalto, puntas, bordes, gallinas indias, Kalekuter, manteca, flores de jardín.

Tercera parte: Casas de préstamo, designación de los metales, cinc, Karpen, adulteración del vino, seguro de fusil, relojes hidráulicos, tratamientos magnéticos, bibliografía sobre la historia de los inventos.

Cuarta parte: Espejo, cortar vidrio, grabar vidrio, bibliografía sobre la historia de los inventos.

Cuarto tomo:

Primera parte: Jabón, rojo de tintura, prestidigitador, vigilante nocturno, calendario.

Segunda parte: Comidas congeladas, hielo artificial, vara de calibre o calibrada, esqueleto de hoja, papel turco. balanza hidráulica, sal de husillo, Eau de Luce, piña, inscriptor, materia alternativa, diario de anuncios, alfordón.

Tercera parte: Estaño, máquina sembradora, turba, pirolusita, lágrimas de vidrio de Batavia, bomba de incendios, bibliografía sobre la historia de los inventos, anemoscopio, bandera indicadora del viento, doraciones.

Quinto tomo:

Primera parte: Vestidos de piel, acero, instrumentos de percu-

sión, impresión de lanza, bibliografía sobre la historia de los inventos.

Segunda parte: Tejeduría de redes y calcetines, telar para calcetar, lúpulo, lápices, sal amoníaca, tenedores, corcho.

Tercera parte: Lotería, piedra boloñesa, cuarentena, casa de niños, orfanatos, hospitales, asilo de inválidos, ambulancia, peleas de gallos, bibliografía sobre la historia de los inventos.

Cuarta parte: Salitre, pólvora, agua fuerte.

240

2. EXTRACTOS DE LA CARTA DE MARXA ENGELS, DEL 28 DE ENERO DE 1863 MEW. (T 30. pp. 319, 321 y ss.)

"Al leer nuevamente el cuaderno tecnológico-histórico, llegué a la conclusión de que los inventos de la pólvora, la brújula y la imprenta son condiciones previas para el desarrollo de la burguesía, es decir, desde el período en el que las artesanías, desde el siglo XVI al XVIII, se desarrollaron hasta convertirse en manufacturas y llegar a la auténtica gran industria. Esta tuvo dos bases materiales con las que se formó en el interior de las manufacturas y como objetos previos en la constitución de la industria mecánica [y fueron]: *el reloj* [*20-24*]* y *el molino* [12-14] (en un principio como molino y después como molino hidráulico), ambos transmitidos desde la antigüedad. (El molino hidráulico [existía] en tiempos de Julio César y fue traído a Roma desde el Asia Menor) [12]. El reloj fue el primer autómata aplicado al uso práctico [concepto de autómata: reloj de música automático: 23], y [fundamento] de la teoría sobre el desarrollo de la producción de un movimiento constante [el movímiento del péndulo: Huyghens, Bernoulli, 22; teoría del escape: Lagrange, 22]. Según la naturaleza de la cosa se logra la articulación de técnicas semiartesanales con la teoría propiamente dicha. Cardano escribió, por ejemplo, (y dió recetas prácticas) sobre la construcción de relojes [24]. Los escritores alemanes del siglo XVI llaman a la relojería: " Artesanía que se ejerce previo aprendizaje (sin agremiación)". En el desarrollo del reloj se podría mostrar cuán totalmente diferentes son, sobre la base de las artesanías, la relación entre la teoría y la praxis, como acontece también en la gran industria. No cabe duda que en el siglo XVIII el reloj dio la primera idea de aplicar los autómatas (impulsados por resortes) en la producción [carro de Farfler y Hautsch movido por resortes, 23]. Los intentos de Vaucanson en este ámbito [el flautista, 23] impresionaron mucho a la fantasía de los inventores ingleses, procurando realizar [mecánicamente dicha] leyenda. Por el contrario en el caso del molino desde cuando

*Indicamos el número de la página del "Cuaderno" N .del T.

se descubrió el molino hidráulico, se conocieron las diferencias de las piezas de la máquina como si fuera un organismo. Fuerza motriz mecánica. El primer motor es por lo que todo se mueve. Mecanismos de transmisión. Por fin una máquina de trabajo se materializaba como un modo de existencia autónoma y contradictoria. La *teoría de la fricción* y las investigaciones realizadas sobre las formas matemáticas del mecanismo de engranaje, dientes, etc. todas en el molino

[13], etc.; lo mencionado aplica la teoría que permite medir la fuerza motriz [contador de corriente: 13] y su mejor forma de uso es [la teoría sobre los canales], etc. Casi todos los grandes matemáticos [Newton, Mariotte, J. y D. Benoulli, d'Alambert, Euler, etc. 13], desde mediados del siglo XVII, se basaron en el molino hidráulico simple, y se concentraron en la mecánica aplicada, tanto como era posible, para teoretizarla más tarde. Este es el caso del *Mühle* (molino) y *mill* que surgió durante el período de la manufactura y era utilizado en todas las aplicaciones prácticas como un mecanisrno motriz [passim]...".

"Pero con el molino, al igual que con las prensas [prensas de aceite: 14; prensas de papel: 25; prensas de azúcar: 33], mecanismos de percusión [28], arado, etc, desde el comienzo, el trabajo específico, de golpeo, de triturado, de molido, de aplanado [todo passim] etc., es producido *sin* trabajo humano, aunque la *moving force* sea humana o animal. Este tipo de maquinaria es muy antigua en su lógica, y antes hasta se movía con fuerza motriz mecánica...". "La *revolución industrial* comienza cuando el mecanisrno se aplica allí donde desde la antigüedad se requería trabajo humano; y no a.lí donde [dicho trabajo no se ejerce] como sucede con todos aquellos instrumentos en los que la materia que tiene que ser trabajada nunca ha tenido relación con la mano humana; es decir, allí donde el hombre, según la naturaleza de la cosa, no sólo actúa como un simple *power* (fuerza). Si a burros alemanes se les trata de mostrar la aplicación de la fuerza animal con fines mecánicos (o sea, un movimiento voluntario como el humano), entonces la aplicación de este tipo de locomoción se nos manifestaría ser mucho más antiguo que el más simple de los instrumentos artesanales...".